



Ana Rita Martins
Gomes

***Os efeitos de um ensino prático
das Ciências nas concepções dos
alunos: um estudo no 1.º Ciclo
do Ensino Básico***

Relatório da Componente de Investigação de
Estágio III do Mestrado em Educação Pré-
Escolar e Ensino do 1.º Ciclo do Ensino Básico

Orientador: Prof. Doutor José Miguel Freitas

Setúbal, dezembro de 2016

Versão Final

Ana Rita Martins
Gomes

***Os efeitos de um ensino prático
das Ciências nas concepções
dos alunos: um estudo no 1.º
Ciclo do Ensino Básico***

Instituto: Instituto Politécnico de Setúbal – Escola Superior de Educação

Curso: Mestrado em Educação Pré-Escolar e Ensino do 1.º Ciclo

Ano Letivo: 2016/17

Unidade Curricular: Estágio III

Orientador: Professor Doutor José Miguel Freitas

Agradecimentos

À minha mãe, por me apoiar em todas as minhas decisões mesmo não concordando com elas. Pela liberdade que sempre me foi dada para seguir os meus sonhos e lutar pelos meus objetivos, não sou médica como desejavas, mas sou professora como a que um dia tiveste.

Ao meu amigo João Mateus por ser o irmão que não tive, por todo o apoio e incentivo incondicionais.

Ao meu namorado por me apoiar ao longo deste percurso, mesmo nos momentos mais difíceis.

À equipa pedagógica da escola onde realizei o meu estágio, em especial à Professora cooperante Carmo Espadinha por todo o apoio e amizade.

Às minhas colegas de trabalho pela ajuda e compreensão.

À família que ganhei durante o percurso académico, a Tuna Sadina, pelo apoio e aprendizagens que me proporcionaram.

À equipa de professores de Ciências da Escola Superior de Educação pela inspiração e dedicação ao ensino.

Ao meu orientador Prof. Doutor José Miguel Freitas.

Resumo

Este relatório surge do projeto de intervenção pedagógica desenvolvido durante a unidade curricular de estágio III do curso de mestrado em Educação Pré-Escolar e Ensino do 1.º Ciclo do Ensino Básico na Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Setúbal. A intervenção pedagógica teve como objetivo responder à questão “de que modo o desenvolvimento de atividades práticas no ensino das Ciências em sala de aula promove mudanças conceptuais nos alunos?”

O Ensino das Ciências tem sido alvo de vários debates ao longo dos anos e muito se tem publicado a respeito, no entanto, as práticas dos professores nem sempre refletem esse avanço. Esta área do conhecimento pode ser contributo para desenvolver outras áreas como a matemática e o português ou a cidadania e a consciencialização para as tecnologias e seu impacto no ambiente. A literacia científica é uma das finalidades do ensino das Ciências, permite aos alunos compreender os fenómenos do mundo e tomar decisões democráticas. Quando chegam à escola os alunos já trazem ideias que são importantes para o seu processo de aprendizagem, as concepções alternativas têm uma forte estruturação mental e os métodos tradicionais de ensino são pouco eficazes na mudança conceptual. A perspetiva construtivista presente neste estudo é a do sujeito ativo na construção da sua própria aprendizagem.

Este estudo foi desenvolvido com base em três atividades sobre a temática das propriedades do ar. Realizou-se a identificação das concepções dos alunos antes do desenvolvimento destas atividades e novamente meses mais tarde, analisando-se as mudanças conceptuais que ocorreram.

Este projeto investigativo assenta na metodologia de investigação qualitativa, na vertente da investigação-ação assente no paradigma sócio crítico. A investigação foi desenvolvida numa turma de 2.º ano do Ensino Básico, tendo sido selecionado um grupo de sete alunos para o estudo. A recolha de dados foi concretizada através da observação, das notas de campo e de inquéritos por questionários. A análise dos dados recolhidos permitiu

verificar que os conflitos cognitivos decorrentes da utilização de atividades práticas surte um efeito de mudança conceptual nos alunos.

Palavras-chave: concepções alternativas; atividades práticas de ciência; mudança conceptual.

Abstract

This report arises from the pedagogical intervention project developed during the Internship III curricular unit of the masters in Pre-school Education and 1st Cycle of Basic Education Teaching course on Escola Superior de Educação of Instituto Politécnico de Setúbal. The purpose of the pedagogical intervention was answer to the question “How does the development of practical activities in the teaching of science in the classroom promote conceptual changes in students?”.

The teaching of sciences has been the subject of several debates over the years and much has been published about it, however, teacher practices do not always reflect this progress. This area of knowledge can contribute to develop other areas such as mathematics and the Portuguese language or citizenship and the awareness for technology and its impact on the environment. Scientific literacy is one of the goals of teaching science, allowing students to understand the phenomena of the world and make democratic decisions. When students arrive at school, they already have ideas that are important to their learning process, the alternative conceptions have a strong mental structuring and traditional teaching methods are little effective in the conceptual change. The constructivist perspective present in this study is that of the active subject constructing his own learning.

This study was developed based on three activities about the thematic of the air properties. A survey of students' conceptions was carried out before the development of these activities and again months later, analysing the conceptual changes that occurred.

This research project is based on the methodology of qualitative research, in the research-action strand based on the socio-critical paradigm. The research was developed in a class of the 2nd year of Basic Education, having a sample of seven students. Data collection was accomplished through observation, field notes and questionnaire surveys. The analysis of the collected data allowed the verification that the cognitive conflicts that arise from practical activities have a conceptual change effect in the students.

Keywords: Alternative conceptions; Science practical activities; Conceptual change.

Índice

Agradecimentos	i
Resumo	ii
Abstract	iv
Índice de quadros	viii
Índice de figuras	ix
Índice de gráficos	x
1. INTRODUÇÃO	1
2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO	6
2.1. O Ensino das Ciências	6
2.1.1. Finalidades do ensino das Ciências	7
2.1.2. Orientações para o ensino das ciências	12
2.1.3. Perspetiva Construtivista	17
2.2. As Ciências Experimentais	19
2.2.1. As Atividades Práticas	22
2.2.2. As Concepções dos Alunos	26
2.2.3. Mudança Conceptual	28
3. METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO	30
3.1. Identificação do método e da sua justificação	30
3.1.1. Investigação qualitativa	30
3.1.2. Paradigma	32
3.1.3. Investigação-ação	33
3.2. Contexto de desenvolvimento do Projeto	34
3.3. Dispositivos e procedimentos de recolha e tratamento de dados	36
3.3.1. Técnicas de recolha de dados	37
3.3.2. Técnicas de análise de dados	41

3.3.3. Procedimentos de intervenção	42
4. DESCRIÇÃO E INTERPRETAÇÃO DE DADOS	45
4.1. As tarefas e o Programa	45
4.2. As concepções dos alunos.....	47
4.2.1. Tarefa “O ar ocupa espaço”?.....	51
4.2.2. Tarefa “Será que o tamanho do paraquedas influencia o tempo que demora a cair?”	58
4.2.3. Tarefa “Consegues encher um balão sem soprar?”	68
4.2.4. As mudanças conceptuais.....	78
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	80
Referências bibliográficas	84
Apêndices.....	88

Índice de quadros

Quadro 1 - Fases de Desenvolvimento do Projeto.....	43
Quadro 2 - Tarefas exploradas na discussão coletiva.....	48
Quadro 3 - As concepções dos alunos na tarefa "o ar ocupa espaço?"	53
Quadro 4 - Concepções dos alunos na tarefa "Será que o tamanho do paraquedas influencia o tempo que demora a cair?"	60
Quadro 5 - Registo das concepções dos alunos sobre a queda de objetos.....	64
Quadro 6 - Registo das ideias dos alunos sobre a tarefa "Será que consegues encher um balão sem soprar?"	70
Quadro 7 - Registo das concepções dos alunos sobre a compressibilidade e temperatura do ar.....	74

Índice de figuras

Figura 1 - Concept Cartoon "É possível encher um balão sem soprar?".....	49
Figura 2 - Concept Cartoon "Será que o tamanho do paraquedas influencia o tempo que demora a cair?"	50
Figura 3 - Protocolo da tarefa "o ar ocupa espaço?"	52
Figura 4 - Procedimento da tarefa "Será que o tamanho do paraquedas influencia o tempo que demora a cair?"	59
Figura 5 - Tabela de registo da queda dos paraquedas	59
Figura 6 - Procedimento do protocolo da tarefa "Será que consegues encher um balão sem soprar?"	68
Figura 7 - Registo da atividade com ar quente.....	71

Índice de gráficos

Gráfico 1 - As mudanças conceptuais dos alunos sobre a existência de ar.....	56
Gráfico 2 - As mudanças conceptuais na tarefa de queda de paraquedas	63
Gráfico 3 - As mudanças conceptuais sobre a queda de objetos.....	67
Gráfico 4 - As mudanças conceptuais na atividade "consegues encher um balão sem soprar?"	72
Gráfico 5 - Mudanças conceptuais dos alunos sobre o tema compressibilidade do ar	76
Gráfico 6 - As mudanças conceptuais ao longo deste estudo.....	78

1. INTRODUÇÃO

O tema deste projeto enquadra-se na área do Estudo do Meio numa vertente para as ciências naturais. A questão de partida é a seguinte: “De que modo o desenvolvimento de atividades práticas no ensino das Ciências em sala de aula promove mudanças conceptuais nos alunos?”. Este projeto tem como principal objetivo compreender os efeitos que o ensino da Ciência através de atividades práticas produz nas concepções dos alunos e demonstrar que o ensino através de trabalho prático e experimental não tem de ficar apenas entregue aos professores de ciências.

O presente projeto divide-se em três fases principais, o levantamento das ideias que os alunos possuem sobre as propriedades do ar, a realização de atividades práticas sobre o tema em estudo e, três meses depois, o levantamento das ideias dos alunos. Com este projeto pretende-se verificar se as concepções alternativas que existiam inicialmente se mantêm ou se se alteram e, ainda, compreender se as atividades realizadas foram ou não eficazes para que existissem mudanças conceituais nos alunos. A escolha do tema de ensino das ciências prendeu-se com o facto de ter uma preferência pela área das ciências naturais. Ao longo do percurso académico verifiquei que é uma área pouco valorizada e pouco compreendida. Sá (2002) explica que o motivo é muitas vezes o facto de as ciências naturais englobarem conceitos do mundo muito complexos que podem revelar-se intimidantes para os docentes. Afonso (2008) refere que a maior parte dos professores do 1.º Ciclo tem falhas científicas e frequentemente não reconhece o valor da ciência, e mesmo os que reconhecem não têm confiança na sua capacidade para ensinar esta área. A mesma autora diz ainda, que as maiores dificuldades quanto ao ensino experimental das Ciências nas escolas estão relacionadas com os obstáculos no reconhecimento do valor educativo das Ciências da Natureza para as crianças, o nível insuficiente de conhecimentos científicos por parte dos professores e a sua inadequada formação nesta área.

O tema deste projeto de investigação surgiu da minha vontade de enfrentar um desafio, de mostrar que é possível realizar atividades práticas no ensino das ciências com alunos do 2.º ano do 1.º CEB, apesar das

dificuldades. Nomeadamente, pouca capacidade de leitura e de escrita, poucas competências de trabalho coletivo e de realização de discussões coletivas. O ensino apenas transmissivo não conduz a aprendizagens significativas para os alunos, já que é o ensino pela prática o caminho certo a seguir. A teoria construtivista defende que os alunos devem ser agentes ativos nas suas aprendizagens, mas que estas sejam significativas (Martins et al., 2007). Ferreira e colaboradoras (2015) defendem que o trabalho prático é fundamental para o processo de ensino/aprendizagem das ciências, citando vários autores como Wollnough e Allsop, Hodson, Hofstein e Lunetta, Millar, Maréchal e Tiberghien, as autoras apresentam algumas razões:

Motivar e estimular o interesse pelas ciências; desenvolver capacidades práticas e técnicas de laboratório; ter a possibilidade de sentir o fenómeno, ou através dos sentidos ou dos instrumentos; intensificar a aprendizagem de conhecimento científico; desenvolver determinadas atitudes científicas, [...] capacidades de resolução de problemas [e de] pensamento científico; ajudar a estabelecer ligações entre o mundo real dos objetos, dos materiais e dos fenómenos, e o mundo abstrato dos pensamentos e ideias; desenvolver tanto conhecimento científico como conhecimento sobre Ciência; e compreender a natureza da Ciência. (p. 105)

Ferreira e colaboradoras (2015) apresentam vários argumentos que fundamentam a importância do trabalho prático no ensino das ciências, no entanto, a decisão sobre que trabalho prático utilizar, quando e como implementar, deve partir de uma reflexão sobre os objetivos que se pretende atingir.

Segundo a orientação curricular do ensino básico, um dos seus objetivos gerais é “desenvolver valores, atitudes e práticas que contribuam para a formação de cidadãos conscientes e participativos numa sociedade democrática” (Ministério da Educação, 2004, p. 13). Este desenvolvimento de valores, atitudes e práticas começa na sala de aula, na organização do trabalho e na proposta de tarefas que permitam que os alunos sejam participativos e conscientes.

Afonso (2008) reconhece que a educação científica deve iniciar-se mesmo antes dos primeiros anos de escolaridade básica, ou seja, durante os anos de pré-escolaridade. Esta posição baseia-se em quatro ideias fundamentais:

- A primeira, na ideia de que a ciência promove o desenvolvimento da curiosidade natural das crianças, ao mesmo tempo que pode contribuir para o “desenvolvimento e a maturação das capacidades intelectuais da criança” (p.19);
- Em segundo lugar, as ciências são essenciais para a construção de conhecimentos, capacidades e atitudes básicos, “hábitos de pensamento e algumas rotinas de pesquisa, essenciais a compreensões mais profundas e abrangentes no futuro (p.19)”;
- Em terceiro lugar, também é importante iniciar desde cedo a promoção do desenvolvimento da “capacidade de raciocinar sobre a evidência e de usar os argumentos de forma lógica e clara” (p.20). Estas competências não são inatas, necessitam de um longo processo de aprendizagem e de prática;
- Por último, “os conceitos, as atitudes e as ideias adquiridos pelas crianças nestes primeiros anos de escolaridade” (p.20) têm uma forte influência sobre a forma como a ciência e a tecnologia serão vistas mais tarde, duas áreas fundamentais para a sociedade atual.

(Afonso M. M., 2008, pp. 19-20).

Defende-se que desde cedo, as crianças devem estar envolvidas em atividades “práticas, laboratoriais e experimentais de âmbito e finalidades distintas” (Martins, et al., 2007, p. 24). Na perspectiva construtivista dá-se relevo à importância do envolvimento do aluno como agente das suas aprendizagens, assim, “a aprendizagem escolar será vista como um processo de (re)construção desse conhecimento e o ensino como a acção facilitadora desse processo” (Idem, p. 25). Neste sentido, o que o aluno já sabe é um fator fundamental que afeta a aprendizagem futura, por isso são identificadas as

concepções alternativas dos alunos antes de todas as atividades, partindo-se do que o aluno já sabe sobre determinados temas.

A aprendizagem é um processo de ampliação das ideias das crianças a novas experiências, “quando estas se revelam eficazes, e de modificação das suas ideias para aceder a outras novas com melhor poder de explicação das suas experiências” (Sá, 2002, p. 24). A memorização não tem qualquer importância na metodologia construtivista, o que é determinante é o processo de permanente sujeição das ideias à prova da evidência (*ibidem*). Sá (2002) explica que, nem sempre acontece, que a criança tente aplicar uma ideia baseada em experiências passadas perante qualquer situação nova que se apresente, ou seja, há situações sobre as quais as crianças não possuem quaisquer ideias por ausência de experiências pessoais, o que faz com que os alunos criem justificações para os fenómenos que observam pela primeira vez. Nesta perspetiva, Sá (2002) defende que um dos importantes objetivos de um currículo de Ciências no 1.º Ciclo é diversificar e ampliar ao máximo a experiência das crianças com os fenómenos da Natureza.

Muitos professores, consideram o programa excessivamente prescritivo, um “elemento profundamente constrangedor e limitativo da acção, agravado pela falta de tempo” (Afonso M. M., 2008, p. 116). No entanto, o professor tem mais liberdade do que reconhece possuir. O programa permite uma “grande variedade de recontextualizações, uma grande diversidade de formas de ser aplicado, uma grande variedade de práticas pedagógicas para ser preconizado” (*ibidem*, p.116), ou seja, permite uma liberdade de ação do professor. O docente pode gerir o programa da forma que achar pedagogicamente mais funcional para os seus alunos. As orientações programáticas (Ministério da Educação, 2004) dizem-nos que a estrutura do programa é aberta e flexível, que os professores deverão recriar o programa de modo a atender aos diversos pontos de partida e “ritmos de aprendizagem dos alunos, aos seus interesses e necessidades e às características do meio local” (p.102).

Apesar das dificuldades que estão inerentes à utilização de atividades práticas no ensino das ciências na sala de aula, também existem argumentos que mostram que, não só é possível, como necessário, que desde cedo se promovam atividades com estas características.

Este estudo está dividido em cinco capítulos, a introdução, o enquadramento teórico onde se prevê um ensino das ciências construtivista, a metodologia de investigação deste estudo, a descrição e interpretação dos dados e as considerações finais.

2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

2.1. O Ensino das Ciências

A teoria que cada um de nós perfilha tem profunda influência na abordagem de ensino que assumimos, pois é ela que fornece os modelos usados, algumas vezes inconscientemente, na interpretação dos fenómenos naturais. (Veiga, 1991, p. 28)

Desde há muito que o ensino das Ciências é tema de debate entre pedagogos e investigadores. Numa sociedade cada vez mais exigente os jovens não podem sair da escola apenas com conhecimentos linguísticos e matemáticos, o estudo das Ciências é fundamentalmente o estudo do mundo, o que nos faz avançar de geração em geração de forma cada vez mais conhecedora e participativa na sociedade.

Há uma vasta bibliografia que defende o ensino das Ciências desde a primeira infância e ao longo de todo o percurso escolar. No entanto, surge a necessidade de procurar respostas para: que ciência deve ser ensinada nas escolas? Porque não deixamos a Ciência apenas para os cientistas? Qual é o propósito de incluir ciências no currículo do Ensino Básico? Como ensinar Ciências?

Palangana (1998), analisando os estágios de desenvolvimento cognitivo de Piaget, diz-nos que as crianças no 1.º ciclo se encontram já no estágio das operações concretas ou em transição. Apesar de sabermos que estes estágios de desenvolvimento não devem ser estudados de forma horizontal, ou seja, não devem circunscrever nem delimitar a criança a certas competências, podemos recorrer a este estudo como forma de orientação geral para melhor compreender as características da aprendizagem em certas etapas do desenvolvimento das crianças. Uma das características do estágio de desenvolvimento das operações concretas é a prisão à realidade concreta, a criança não consegue desenvolver pensamentos lógicos dissociados da ação. Nesta fase a criança começa a pensar de maneira lógica, não só tenta compreender o pensamento alheio como tenta argumentar para explicar o seu

próprio raciocínio. Sá (2002) refere que “as crianças aprendem fazendo e aprendem pensando sobre o que fazem” (p. 30), a aprendizagem das ciências da natureza promove oportunidades para uma aprendizagem focada na ação e na reflexão sobre a própria ação.

2.1.1. Finalidades do ensino das Ciências

Todas as pessoas devem ter ao seu alcance um conjunto de conhecimentos do domínio científico-tecnológico que lhe possibilitem a compreensão de alguns fenómenos importantes do mundo em que vivem e “tomar decisões democráticas de modo informado, numa perspectiva de responsabilidade social e partilhada” (Martins et al., 2007, p. 16).

Martins e Veiga (1999) sublinham que a Ciência e a Tecnologia fazem parte da nossa cultura, são influenciadas pela sociedade que por sua vez influencia também o desenvolvimento científico-tecnológico. São apresentados alguns dos argumentos, das autoras, que defendem a importância do conhecimento científico-tecnológico:

A Ciência esclarece as múltiplas relações dos seres vivos entre si e com a Natureza, (...) fornece as bases que permitem avaliar os efeitos da Tecnologia no ambiente, (...) pode ajudar a resolver problemas locais e globais e, deste modo, contribuir para a segurança do Planeta, a Tecnologia fornece ferramentas capazes de gerarem, interligadamente com a Ciência, novos conhecimentos, [por fim] a Ciência e a Tecnologia podem contribuir para a melhoria da qualidade de vida. (p. 11)

É com base nestes argumentos que Martins e Veiga (1999) defendem uma aprendizagem de Ciência para todos os indivíduos, para que adquiram competências, atitudes e valores que lhes permitam tomar decisões individuais e sociais. Martins e colaboradores (2007) atribuem à Educação em Ciências no 1.º Ciclo do Ensino Básico a função de “promover aprendizagens úteis e com sentido para os alunos”, em oposição à mera apropriação de conceitos (p. 23).

São apresentadas algumas razões a favor da Educação em Ciências desde os primeiros anos de escolaridade: responder e alimentar a curiosidade

das crianças, promovendo um sentimento de admiração e interesse pela Ciência e pelo trabalho dos cientistas (Cachapuz, Praia e Jorge, 2004; Martins, 2006; Pereira, 2002); ser um caminho para a construção de uma imagem positiva e refletida acerca da Ciência (Martins et al., 2007); promover capacidades de pensamento (criativo, crítico, metacognitivo,...) utilizadas noutras áreas e em diferentes contextos (Lakin, 2006, Tenreiro-Vieira, 2002, cit. In Martins, et al., 2007); e “promover a construção de conhecimento científico útil e com significado social, que permita às crianças e aos jovens melhorar a qualidade da interação com a realidade natural” (Santos, 2001; Fumagalli, 1998; cit. In Martins, et al., 2007, p. 17).

Jorge (1991) considera que os objetivos da educação em ciência devem permitir ao aluno usar o conhecimento científico como forma de abordagem da realidade e para a resolução de problemas do quotidiano, fazer uma triagem da informação recebida filtrando o essencial para construir o conhecimento, desenvolver características pessoais como a curiosidade, criatividade, flexibilidade, reflexão crítica, autonomia, abertura de espírito e respeito pela vida e pela natureza. Devem possibilitar-lhe ainda, o desenvolvimento de capacidades que lhe permitam testar, problematizar, conceptualizar, pensar criticamente sobre diversos temas e/ou assuntos, conhecer-se e compreender-se a si próprio e ao mundo em redor, pensar a ciência como uma atividade humana e contextualizada, ser capaz de tirar partido das aplicações pessoais e sociais da ciência compreendendo as relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade, desenvolver valores que respeitem as considerações éticas acerca dos estudos e objetivos da atividade científica e criar condições para participar de forma esclarecida na tomada de decisões.

A Comissão da Comunidade Europeia publicou um Memorando sobre Aprendizagem ao Longo da Vida com seis mensagens-chave que pretendem proporcionar a estruturação de um debate aberto sobre a aplicação de estratégias de aprendizagem ao longo da vida:

Mensagem 1: Novas competências básicas para todos. Objetivo: garantir acesso universal e contínuo à aprendizagem, com vista à aquisição e renovação das competências necessárias à participação sustentada na sociedade do conhecimento.”

“Mensagem 3: Inovação no ensino e na aprendizagem. Objetivo: desenvolver métodos de ensino e aprendizagem eficazes para uma oferta contínua de aprendizagem ao longo e em todos os domínios da vida. (Comissão da Comunidade Europeia, 2000, pp. 11-15)

Cachapuz, Praia e Jorge (2004) consideram que estas mensagens, pela sua ordem, procuram responder a duas questões, “para quê” e “como” a Educação em Ciências. Salientam ainda a forte relação entre “para quem” e “para quê”, torna-se cada vez mais evidente que o ensino deve estar acessível a todos num Estado democrático, portanto, devem questionar-se as finalidades educativas numa perspetiva da sociedade e das suas necessidades, a ciência que é ensinada depende do quadro sociopolítico de um país. Reforçando esta ideia, Martins e Veiga (1999) explicam que “os contextos social, histórico, político e económico são considerados como influências convergentes nas concepções de Ciência e de construção do conhecimento científico” (p.7).

De acordo com Santos (2012) citando Woolnough pode definir-se um ensino da Ciência de várias formas, recorrendo a métodos de ensino para incentivar os alunos a optarem por uma carreira científica ou de engenharia ou orientar os alunos no sentido de apreciarem a Ciência e o mundo que os rodeia, devendo aprender alguns princípios e factos da vida de forma a serem cientificamente literados. Podemos pensar em termos de Educação *através* da Ciência e Educação *em* Ciência e verificar o que pode ser mais adequado para diferentes alunos. A Educação *através* da Ciência consiste na utilização das aulas de ciências para atingir objetivos de educação geral, a Educação *em* Ciência é um ensino dirigido para a aprendizagem sobre os conteúdos específicos e processos da própria ciência. Ainda Woolnough citado por Santos (2012) refere que ambas são exequíveis em maior ou menor grau, independentemente dos caminhos profissionais que escolham, sendo estas indicadas quer para o cidadão comum quer para o cientista.

Pereira (1992) considerou três finalidades de estudar Ciências, a das necessidades da ciência, da sociedade e a do indivíduo. Seguindo a finalidade das necessidades da ciência os professores em formação, ou “professores-estudantes” procuram reproduzir o percurso da sua própria formação com a pretensão de promover nos seus alunos a motivação para continuarem a

ascender na escada da formação científica. Serão assim professores de ciências com o objetivo de lecionar para pequenos cientistas que ingressarão em cursos das áreas científicas, permitindo a formação crescente de técnicos e tecnólogos capazes de dar resposta às necessidades da atualidade. A finalidade das necessidades do indivíduo veio realçar a importância do ensino das ciências para o desenvolvimento da criança enquanto pessoa, realçam-se a “objetividade e o rigor, a exigência de dedução lógica [e ainda] o apelo ao pensamento divergente e criativo” (id., p. 27). No ensino básico procura-se que os alunos adquiram atitudes que são inerentes ao trabalho e estudo científicos tais como a curiosidade, a exigência de comprovação, a necessidade de indícios para o julgamento, entre outras. A finalidade das necessidades da sociedade surge para que cada indivíduo possa optar e votar com conhecimento e participar de forma responsável na vida da comunidade. O ensino das ciências pode contribuir para enriquecer a cultura científica básica dos cidadãos, é fundamentalmente uma forma de educação para a cidadania, desta forma, o ensino deve fornecer à globalidade dos cidadãos os conhecimentos e oportunidades de desenvolvimento de capacidades fundamentais para se orientarem na sociedade, tomando posição e intervindo nos vários órgãos que a compõem.

Santos (2012) defende que é importante para os indivíduos e para a sociedade que as “pessoas tenham uma compreensão adequada da Ciência” (p. 25), citando Millar, o autor acrescenta que uma boa literacia científica tem características como:

A capacidade de usar compreensão científica, ao tomar decisões do dia-a-dia; a capacidade de compreender assuntos correntes que envolvam Ciência; a compreensão ou pelo menos o feeling das ideias gerais da Ciência que nos ajudam a ver-nos a nós próprios e ao nosso lugar no universo. (p.25)

Martins e Veiga (1999) referem que os grupos que defendem a importância do ensino das ciências para todos partilham a crença de que:

Cada individuo deve dispor de um conjunto de saberes do domínio científico-tecnológico que lhe permita compreender os fenómenos do mundo em que se insere, deve acompanhar as questões decorrentes da

actividade científico-tecnológica com implicações sociais e deve tomar decisões democráticas de modo informado. (p.12)

Cachapuz, Praia e Jorge (2004) questionam-se sobre os saberes que todos os cidadãos devem adquirir. Para começar, começam por referir que para ser cientificamente culto não basta adquirir conhecimentos, requer atitudes, valores e novas competências que permitam criar e debater um ponto de vista sobre questões científico/tecnológicas. O segundo aspeto referido é a orientação e seleção de alunos que querem ser futuros especialistas, todos os alunos, antes de entrar no ensino superior, seguem o mesmo percurso no estudo da ciência queiram ou não seguir um caminho científico, os autores propõem que os alunos que não pretendam seguir estudos científico/tecnológicos possam frequentar uma área interdisciplinar de “Estudos da Ciência” onde possam aprofundar de forma mais qualitativa o estudo de temas científico/tecnológicos. Em terceiro lugar, no seguimento do aspeto anterior, a educação em ciência na escolaridade obrigatória deve ser centrada no aluno e na sociedade através de áreas de estudos interdisciplinares e não através do estudo de conceitos isolados centrados na área disciplinar, não deve, no entanto, limitar-se os alunos mais motivados e que tenham interesse em aprofundar os seus estudos. Resumindo, o que importa valorizar é a curiosidade natural dos alunos e o seu entusiasmo pela ciência/tecnologia e, para isso, é mais indicado recorrer a uma abordagem sistémica do conhecimento, iniciar as aprendizagens partindo dos saberes do dia-a-dia dos alunos e ir complexificando a partir daí.

Se um dos objetivos de ensino das ciências é criar cidadãos cientificamente literados torna-se necessária que se considere um ensino que inclua a alfabetização científica dos alunos. A alfabetização científica deve ser uma preocupação no ensino básico, Chassot (2003) define-a como “uma das dimensões para potencializar alternativas que privilegiam uma educação mais comprometida” (p. 91). A Ciência é uma linguagem e ser alfabetizado cientificamente é saber ler a linguagem em que a natureza está escrita, desta forma, um analfabeto científico é, por oposição, aquele que não é capaz de fazer uma leitura da natureza.

Chassot (2003), citando Puigcerver & Sans, refere que há autores que defendem uma visão da alfabetização científica como uma possibilidade para fazer correções em ensinamentos distorcidos, ou seja, recorrer aos conhecimentos do dia-a-dia que são apresentados com incorreções pelos meios de comunicação por exemplo. Chassot (2003), na sua perspectiva de ciência como uma “linguagem construída pelos homens e pelas mulheres para explicar o nosso mundo natural” (p.91), explica que compreender a linguagem da ciência é como perceber algo escrito numa língua familiar, ou seja, conseguir entender a linguagem na qual a natureza está a ser escrita. Uma abordagem mais ampla do que a anterior. Nesta perspectiva, o mundo natural é considerado o mundo orgânico e inorgânico, aquilo que chamamos de natureza. Promover o entendimento ou a leitura da linguagem da ciência é fazer alfabetização científica.

Chassot (2003) considera ainda uma outra perspectiva, a de possibilitar aos homens e mulheres uma alfabetização científica para a inclusão social, fazer com que a ciência facilite a pertença de todos ao mundo. Seria ainda desejável que os alfabetizados cientificamente não se limitassem a fazer uma leitura do mundo em que vivem mas compreendessem a necessidade de transformá-lo em algo melhor.

2.1.2. Orientações para o ensino das ciências

Cachapuz, Praia e Jorge (2004) fazem algumas críticas à Ciência escolar que se pratica em Portugal. O ensino das Ciências não faz parte de uma perspectiva de aprendizagem ao longo da vida, é marcado por uma perspectiva positivista da Ciência onde esta é estudada como “retórica de conclusões” (p. 379). O ensino das ciências só se realiza em ambientes formais e/ou académicos e há uma desvalorização do desenvolvimento de competências e atitudes científicas. O ensino é maioritariamente não experimental e com pouco recurso às TIC (Tecnologias de Informação e Comunicação), a interdisciplinaridade e a transdisciplinaridade estão ausentes, o ensino é maioritariamente transmissivo com pouco recurso à investigação. A burocratização das funções do professor e a avaliação das aprendizagens nos

moldes em que é feita não é benéfica para o sistema de ensino, por fim, um ensino que privilegia a extensão e não a profundidade das aprendizagens devido à urgência e obrigatoriedade de cumprir os objetivos programados não é um ensino eficaz.

Martins (2006) apresenta alguns problemas sobre o ensino-aprendizagem das Ciências em Portugal, a desvalorização do ensino das Ciências em relação a outras áreas do saber como a leitura e o cálculo, os recursos didáticos insuficientes para a potencialização de boas práticas de ensino e aprendizagem, a formação de professores que ainda se encontra insuficiente na importância desta área de ensino e estratégias de desenvolver, e por último, a “investigação sobre Educação em Ciências nos primeiros anos de escolaridade menos desenvolvida do que para outros anos de escolaridade” (p. 30).

Sá (2002) propõe uma abordagem das Ciências que se afasta de um ensino verbalista e que se centra em ações práticas sobre os materiais e os seres vivos. Recomenda uma menor preocupação com a linguagem formal e privilegia a capacidade de comunicação, promove uma abordagem da matemática que busca o significado das operações nos problemas reais do quotidiano da criança em oposição aos algoritmos descontextualizados. Desta forma as Ciências são preconizadas numa perspetiva de ensino mais aberta à diversidade de interesses e aptidões, respeitando as crianças e os ideais de escolas multiculturais.

Martins (2006, p. 30) destaca algumas orientações que considera essenciais para o ensino das Ciências, “ensinar o que é Ciência, ensinar Ciência, ensinar competências técnicas e atitudes [aplicáveis na vida real] ou, simplesmente, antecipar o início do ensino das Ciências”. Apresenta ainda três dimensões do ensino da Ciência que devem ser tidas em conta de forma interligada, a conceitual, a procedimental e de atitudes. Os conceitos facilitam a compreensão de fenómenos ao criarem ligações entre as novas situações e aquilo que já se sabe, os procedimentos são processos mentais e físicos a que se recorre para obter, interpretar e usar evidências sobre os fenómenos e para construir significados, as atitudes permitem fortalecer a confiança possibilitando um envolvimento no questionamento e futura aprendizagem.

Marques e Praia (1991) defendem que os temas a aprender em Ciências não devem ser dissociados das experiências quotidianas dos alunos, devem ser estudados a diferentes níveis “de acordo com os graus de desenvolvimento do aluno e tomando em consideração os seus próprios pontos de vista” (p. 15), desta forma, a Ciência não pode ser perspectivada como uma acumulação de factos mas como um “sistema de ideias e de processos coerentes e altamente dinâmico” (p. 15).

Cachapuz, Praia e Jorge (2004) nomeiam três orientações para o ensino das Ciências, as dimensões pós-positivista, contextualizada e sócio construtivista. A dimensão pós-positivista insere-se nas linhas de pensamento da Nova Filosofia da Ciência e valoriza a “índole tentativa do conhecimento científico, envolvendo sempre, de algum modo, na sua construção, uma confrontação com o mundo, dinâmico, probabilístico, replicável e humano” (*ibidem*, 2004, p. 370). Procura mais conhecimento e mais verdade sobre os assuntos e não a busca da “verdade absoluta” que se considera inalcançável. Esta perspetiva procura aumentar os conhecimentos e os factos sobre os assuntos, saber cada vez mais sobre um tema tendo como princípio de que nunca se alcançará “a verdade” ou o conhecimento absoluto sobre o objeto de estudo.

Na dimensão contextualizada o ensino não é dirigido para a formação de especialistas, se o ensino é para todos, deve ir ao encontro de temas que lhes interessem. Cachapuz, Praia e Jorge (2004) citando Fensham propõem o envolvimento de assuntos com interessantes contextos de partida e como centro das aprendizagens e não apenas em contextos de aplicação de princípios científicos. Trata-se, resumidamente, de aproximar a ciência ao quotidiano dos alunos, sem a infantilizar, relacionar o que eles conhecem e o que lhes é próximo com conhecimentos científicos pertinentes à sua formação. Esta dimensão propõe uma educação em ciência para a cidadania.

Por fim, a dimensão sócio construtivista é considerada por Cachapuz, Praia e Jorge (2004) como uma alternativa ao modo transmissivo de ensino. A perspetiva de construtivismo defendida por estes autores respeita a teoria da “aprendizagem como processo social e culturalmente mediado” (p. 375), ou seja, valorizam a compreensão de situações e contextos socioculturais em que a aprendizagem tem lugar e do modo como esta é influenciada por tais

situações e contextos. Esta perspetiva está muito próxima da teoria de Vygotsky que destaca que o indivíduo evolui pela aquisição da cultura através das interações sociais.

Voltando à dimensão pós-positivista, Porrúa e Pérez-Froiz citados por Martins e Veiga (1999) nomeiam as principais características da Nova Filosofia da Ciência. Existem vários métodos científicos a que se recorrem de acordo com as situações em estudo, não existe apenas um modelo ou uma teoria de trabalho científico, as conjecturas científicas não decorrem apenas da observação de factos mas da imaginação e criatividade do investigador coligadas a métodos de inquérito científico, a observação, na construção do conhecimento científico, não é uma recolha de dados fidedigna e incontestável, decorre da teoria que a orienta, depende da personalidade do indivíduo e do modelo teórico que segue. As teorias científicas são suscetíveis de mudança, outras teorias melhores e mais completas vão substituir as anteriores, são também sujeitas a falhar, o erro faz parte da ciência e do progresso do conhecimento, todo ele é hipotético e temporário. O conhecimento científico não é um reflexo absoluto da realidade, são construções do sujeito, a objetividade científica consiste na “intersubjetividade e consenso temporal dentro da comunidade científica de investigadores” (p.22). A história da Ciência progride por ruturas e descontinuidades nas estruturas teóricas, não é linear, os poderes políticos e económicos têm sempre influência na ciência, esta não é neutra e está dependente de normas e valores, existe uma relação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade.

Klinckmann (1970) defende a ideia de que a ciência ensinada como um conjunto categórico de factos ou dogmas resultou numa atitude negativa da população para com os cientistas e a ciência. Este método de ensino que separa as conclusões dos dados e esquemas conceptuais que atribuem a essas conclusões o seu significado. Por este motivo, o aluno aprende a não confiar na ciência e que esta pouca ligação tem com a realidade, isto porque, quando a ciência é estudada como um conjunto de verdades absolutas e inalteráveis dificilmente se aceitam atualizações anos mais tarde. Quando a ciência que foi estudada há dez anos fica desatualizada e é substituída por outras conjecturas, o aluno não estando preparado para esta mudança vai duvidar dos livros que estudou e dos seus professores que lhe ensinaram

matérias “erradas”. Esta dúvida em relação aos professores e livros vai estender-se à própria ciência e o aluno acaba por ceder ao relativismo e ao ceticismo.

2.1.3. Perspetiva Construtivista

Veiga (1991) citando Driver apresenta três principais perspetivas de ensino que têm orientado os professores de ciências. A perspetiva desenvolvimentista que é fundamentalmente a base do trabalho de Piaget partindo da ideia de que o conhecimento das crianças é construído através da interação com o meio ambiente e que, as estruturas cognitivas que processam a informação e influenciam as interações com o mundo exterior desenvolvem-se, segundo Piaget, por estádios. A perspetiva defendida pelos behavioristas que não propõe uma idade para a aprendizagem nem assume nenhuma posição relativamente à organização interna do pensamento, no entanto defende o reforço e a aprendizagem por etapas, acredita que competências e padrões de comportamento de complexidade crescente se constroem através de um ensino cuidadosamente planeado e baseado em hierarquias. Por último, a perspetiva construtivista, assenta no princípio de que as pessoas não são simples recetores passivos da informação diretamente disponível no ambiente, isto resulta na premissa de que, por um lado, a perceção é seletiva, por outro as perceções são construções, a atribuição de sentido a ideias novas durante o processo de aprendizagem corresponde à construção ativa de significado por cada um de nós.

Na perspetiva construtivista “o aprendiz constrói pessoalmente significados à medida que interactiva com o meio e tenta atribuir-lhe sentido” (Veiga, 1991, p. 29), o conhecimento não é adquirido pela interiorização de qualquer significado exterior, mas pela construção interior de representações e interpretações.

Valadares (2006), defende um construtivismo que da perspetiva psicológica não considera a mente como uma “caixa negra” que responde e reage apenas a estímulos, considera as perceções independentes dos objetos exteriores e das ideias prévias do sujeito, ou seja, “supera o objectivismo e o subjectivismo” (p. 7), e considera que a transição do significado lógico do conhecimento para significado psicológico por cada indivíduo é influenciada por fatores internos e funciona de forma complexa.

“Aprender pressupõe um processo pessoal e activo de construção de conhecimento” (Martins & Veiga, 1999, p. 11). No paradigma construtivista o aluno é um sujeito ativo, possui vivências e objetivos próprios, isto leva-nos a reconhecer que os alunos têm ideias ou concepções sobre o mundo que os rodeia, possuem um conhecimento informal que se relaciona e condiciona as aprendizagens.

Martins e colaboradores (2007) realçam a importância do construtivismo para a prática docente. Esta é uma perspetiva do ensino-aprendizagem “no qual se revela a importância da implicação mental do individuo como agente das suas aprendizagens” (p. 25), desta forma a aprendizagem formal é perspectivada como um “processo de (re)construção desse conhecimento” (p. 25). Na perspetiva construtivista o que o aluno já sabe é um fator decisivo que afeta as aprendizagens futuras.

Para assumir uma orientação construtivista para o ensino-aprendizagem das Ciências deve centrar-se o processo educativo no aluno. Martins e colaboradores (2007) recomenda que a aprendizagem de conceitos se faça em idades precoces, as concepções alternativas de determinadas regularidades são comuns a variadas pessoas e tem consequências nas suas aprendizagens, o que o aluno já sabe influencia aquilo que ele procura saber ou aquilo que queremos que ele saiba.

Martins e colaboradores (2007) refere alguns procedimentos para o ensino das Ciências de uma perspetiva construtivista:

Procurar identificar e utilizar as ideias dos alunos; aceitar e incentivar a expressão de ideias e de dúvidas; encorajar a partilha de ideias e a discussão; encorajar a utilização de fontes diversificadas de informação; incentivar os alunos a testar as suas ideias [e orientá-los] na realização de processos elementares de investigação e pesquisa; encorajar a auto-análise e reflexão; [por fim], encarar as ideias que se têm como hipóteses de trabalho que é preciso testar, procurando hipóteses alternativas. (p. 27)

Todas estas orientações pressupõem um forte envolvimento dos alunos na construção do seu próprio conhecimento, não só a nível conceptual, mas a

nível metodológico e processual, aprender a fazer, a pensar, a discutir, a questionar, a analisar.

O construtivismo, de uma perspectiva de ensino das ciências, deve estabelecer uma relação entre teoria e prática e não deve favorecer nem uma nem outra “mas antes a superação entre as duas” (Valadares, 2006, p. 3). A Ciência experimental é na realidade teórico-experimental, “é uma construção humana resultante da interação entre sujeito e objecto, entre pensamento e acção, entre teoria e experiência” (*ibidem*, p.4). Um ensino eficaz que proporcione uma perspectiva correta sobre a natureza da ciência tem de ser mais prático do que é atualmente, deve ser uma prática em interação constante com a teoria (Valadares, 2006).

2.2. As Ciências Experimentais

O BSCS (Biological Sciences Curriculum Study) criado em 1958 com a finalidade de aperfeiçoar a educação biológica utiliza a palavra “inquérito” para designar os caminhos (intelectuais e tecnológicos) pelos quais se chegou a um corpo de informação. Klinckmann (1970) descreve-o como um conjunto de atividades orientadas para a solução de problemas relacionados em que o aluno tem como finalidade uma atividade produtiva que aumenta a sua capacidade de compreensão e de aplicação dos conhecimentos adquiridos.

Klinckmann (1970) considera o aluno a quem nunca se ensinou a diferença entre o conceptual e o físico, para este aluno que desconhece que o que lhe ensinaram não são factos absolutos, mas factos organizados e integrados em ideias, não consegue compreender a sua mudança repentina e fica ainda mais confuso com o novo conjunto de formulações. Estas são duas das possíveis consequências do ensino dogmático que incentivam o ensino da ciência como inquérito. Ensinar ciência como inquérito significa mostrar que o conhecimento se constrói a partir da interpretação de dados e que essa mesma interpretação assenta em conceitos e pressupostos que são suscetíveis de mudança à medida que os conhecimentos aumentam, significa ainda que os conhecimentos se alteram porque se mudam os conceitos e princípios em que assentam, por último, instrui os alunos no sentido de compreenderem que se o

conhecimento muda é porque “sabemos mais e melhor do que sabíamos antes” (id., p.148).

O objetivo principal desta metodologia de ensino das ciências é a participação ativa do aluno. Os conceitos são compreendidos de forma mais eficaz e retidos por mais tempo quando o próprio aluno contribui para a sua compreensão, para a construção do seu próprio conhecimento. Para Klinckmann (1970) a participação ativa dos alunos possui ainda dois objetivos:

Primeiro, o aluno pode descobrir, (...) que a ciência é mais do que aprender dos outros aquilo que os outros já sabem (...). Em segundo lugar (...), pode descobrir que a «qualidade» da própria actividade pode ser modelada e aperfeiçoada; o aluno pode desenvolver a sua aptidão para interpretar dados e para compreender o conhecimento científico. (p. 149)

Almeida (1995) citando Popper explica que o conhecimento científico não evolui por acumulação de conhecimentos, mas por tentativa de eliminação de erros, é uma procura por teorias científicas mais eficientes. A ciência progride através da incerteza e do erro, essa progressão depende da criatividade e apoia-se na resolução de problemas.

Martins e Veiga (1999, p. 17) citando Gouveia e colaboradores apresentam as características de um problema. Para começar, os dados estão implícitos na descrição da situação-problema e existem várias estratégias de resolução e algumas soluções possíveis, não existe apenas uma resolução nem uma única solução. Para além disso uma situação-problema apresenta um grande obstáculo para o aluno, este é o sujeito ativo da aprendizagem, envolve “capacidades cognitivas, metacognitivas, afectivas e psicomotoras”.

Martins e Veiga (1999, p. 15) defendem que a resolução de problemas na “construção de um currículo de Ciências é de importância fundamental, por permitir desenvolver não só conhecimento conceptual, mas também conhecimento processual”. Permite fazer aprendizagens ao nível dos conceitos científicos e dos processos pelos quais se faz ciência. Pérez considera que “a estratégia de mudança conceptual mais coerente com a orientação construtivista e com as características do raciocínio científico é a que coloca a aprendizagem como o tratamento de situações problemáticas abertas e

consideradas de interesse pelos alunos” (citado em Martins & Veiga, 1999, p. 15). Defende-se uma tentativa de mudança conceptual através da resolução de problemas que sejam do interesse dos alunos.

Ainda se verificam casos em que o ensino das Ciências se encontra à margem de situações contextualizadas, fenómenos da vida real, fazendo com que os alunos não compreendam o valor e utilidade dessas aprendizagens, desta forma, Martins e colaboradores (2007) propõem uma “articulação mais adequada entre teoria, observação e experimentação” (p. 24). Essa articulação começa por se reconhecer que os alunos já possuem ideias sobre o mundo quando chegam à escola e que essas ideias podem vir a gerar concepções alternativas que funcionam como entraves às novas aprendizagens, estas ideias estão afastadas de conceitos cientificamente aceites. Outro aspeto a ter em conta é a contextualização do ensino, valorizando o quotidiano dos alunos e centrando-se em temas de relevância pessoal e social. Por último, propõem que as crianças desde cedo estejam envolvidas em atividades práticas, laboratoriais e experimentais diversificadas.

Sá e Varela (2007) propõem um ensino experimental reflexivo, trata-se de um ensino experimental das ciências orientado para a promoção de uma clara intencionalidade dos alunos, o que supõe uma continuada prática reflexiva na planificação das atividades, na sua execução e avaliação. Os autores explicam ainda, que o processo de ensino experimental reflexivo caracteriza-se por uma atmosfera de liberdade de comunicação e cooperação em que as crianças:

Explicitam as suas ideias e modos de pensar sobre questões, problemas e fenómenos; argumentam e contra-argumentam entre si e com adulto quanto ao fundamento das suas ideias; submetem as ideias e teorias pessoais à prova da evidência, com recurso aos processos científicos; recorrem à escrita, de forma regular, na elaboração de planos de investigação, na elaboração de relatórios e no registo das observações e dados da evidência; avaliam criticamente o grau de conformidade das suas teorias, expectativas e previsões com as evidências; negociam as diferentes perspetivas pessoais sobre as evidências tendo em vista a construção de significados enriquecidos e

partilhados pelo maior número de alunos. (Sá, 2001 cit. in Sá & Varela, 2007, p. 22).

Os contextos colaborativos de aprendizagem têm grande destaque nestas práticas de ensino experimental e reflexivo das ciências, os alunos confrontam-se com as evidências e discutem os seus resultados com os pares, aprendem assim a avaliar, a autorregular o seu pensamento, a discutir resultados e a construir em grupo, com a orientação do professor, novos significados para os temas em estudo. É importante ressaltar a importância da linguagem oral e escrita nestes processos de comunicação e construção conjunta de significados. Nesta prática de ensino os alunos têm um papel ativo, explicitam as suas ideias, argumentam e contra-argumentam, submetem teorias pessoais à prova de evidências, produzem planos de investigação, avaliam criticamente e negociam diferentes perspetivas. O professor assume também um papel muito “ativo, reflexivo e de forte intencionalidade pedagógica” (Sá & Varela, 2012, p. 550), faz interpretações das ações dos alunos e dos significados que vão surgindo, é mediador das interações dos alunos, promove a participação ativa do aluno, valorizando e promovendo a discussão em torno das intervenções dos alunos, e estimula o pensamento e ação dos alunos.

Sá e Varela (2012) dizem que “não existe suficiente conhecimento sobre os limites a estabelecer quanto ao nível de competências de pensamento que as crianças podem alcançar” (p. 567), no entanto reconhecem que possuem um grande potencial a ser explorado com o objetivo de promover-se a qualidade do seu pensamento e aprendizagem.

2.2.1. As Atividades Práticas

Roldão (1995, p. 53) defende que devemos ter em conta alguns aspetos quando desenvolvemos atividades com a turma, nomeadamente, a rentabilização dos potenciais da criatividade e da imaginação das crianças, a “integração das dimensões afetivas e cognitivas nas tarefas de aprendizagem”, a capacidade de abstração das crianças desde que enquadradas em contextos significativos e a “rentabilização da realidade concreta e próxima em termos da descoberta das suas dimensões desconhecidas e sugestivas” (*ibidem*).

A aprendizagem torna-se significativa quando o aluno se apropria dela em termos intelectuais e afetivos, mobilizando-a e “enquadrando-a harmoniosamente no seu quadro de referências e experiência pessoal anterior” (Roldão, 1995, p. 53). O significado de uma aprendizagem dependerá da relação que se estabelecer entre a experiência “interior e interiorizada do sujeito e a dinâmica que a tarefa de aprendizagem conseguir gerar” (Roldão, 1995, p. 54).

Os conceitos de trabalho prático (TP), trabalho laboratorial (TL), trabalho de campo (TC) e trabalho experimental (TE) não têm um entendimento consensual. Estas formas de atividade confundem-se muitas vezes devido à sua proximidade metodológica, no entanto, há propriedades próprias de cada estratégia que devem ser entendidas para que a prática na sala de aula seja também feita de forma intencional e com objetivos mais claros. Dourado (2001) citando Hodson refere que ao contrário do que alguns autores defendem trabalho prático não implica necessariamente trabalho de laboratório, pode definir-se como toda e qualquer atividade em que os alunos se envolvam ativamente em vários domínios, cognitivo, afetivo e psicomotor. Este conceito é mais abrangente e envolve várias formas de trabalho como o laboratorial e o trabalho de campo.

O trabalho laboratorial e o trabalho de campo são muito semelhantes, consistem em trabalho prático que se desenvolve ou no laboratório ou numa sala de aula com condições de segurança para a manipulação de material laboratorial, ou no campo recorrendo por vezes a instrumentos de laboratório. O trabalho prático não se esgota em TL e TC, pelo contrário, as atividades de pesquisa de informações em diversas fontes, de delineação de estratégia de resolução de problemas, de simulação informática, de resolução de problemas de papel e lápis, são atividades em que o aluno se envolve ativamente, desta forma, são também atividades práticas (Dourado, 2001).

O trabalho experimental é muitas vezes sinónimo de atividades experimentais. Dourado (2001), citando Leite, considera importante clarificar este termo, para o autor trabalho experimental envolve sempre atividades de controlo e manipulação de variáveis, qualquer experiência que não cumpra estes requisitos não é considerada trabalho experimental.

Martins (2006) considera as atividades práticas instrumentos eficazes no ensino das Ciências desde que respeitando a nova didática das Ciências e iniciadas desde cedo. Esta estratégia de ensino no 1.º ciclo poderá ser “promotora de aprendizagens de, sobre, e através das Ciências, e pode assumir diversos formatos, com diferente grau de elaboração” (p. 32). Martins (2006), citando Caamaño, apresenta diferentes formas de trabalho prático, as experiências sensoriais, que como o nome indica, recorrem aos dados dos sentidos essencialmente para identificar e classificar materiais, as experiências de verificação/ilustração são utilizadas para demonstrar um princípio ou uma relação entre variáveis, os exercícios práticos pretendem o desenvolvimento de competências específicas que podem ser de carácter cognitivo, do tipo laboratorial, de índole comunicacional ou a ilustração de uma teoria, e as atividades do tipo investigativo onde se procura dar resposta a uma questão-problema. Nesta última, o que é importante é o modo como se estabelecem as questões problemas a investigar, se planeiam os procedimentos a adotar, se analisam os dados, se obtêm conclusões e se formulam novas questões a investigar (Martins, 2006b, citando Cachapuz, Praia e Jorge).

As atividades práticas limitam-se, por vezes, a simples exercícios em que os alunos realizam a atividade seguindo procedimentos e instruções precisas, este trabalho não se releva muito importante para a aprendizagem da ciência. No entanto, a realização de exercícios de observação, medição, e manipulação podem servir o desenvolvimento de competências práticas básicas (Miguéns, 1991).

Miguéns (1991) apresentou vários modelos de atividades utilizadas no ensino das Ciências, os exercícios, as experiências, as experimentações de descoberta guiada, as demonstrações, o trabalho de campo e as investigações. Os exercícios já foram referidos, não possuem relevância no ensino das ciências, mas são úteis no desenvolvimento de competências práticas, as experiências, definidas por Woolnough, são geralmente qualitativas, curtas e rápidas e permitem às crianças uma abordagem mais próxima dos fenómenos científicos. Nas experimentações de descoberta guiada os procedimentos são realizados pelos alunos em direção a uma única resposta certa o que resulta muitas vezes em frustrações por parte das crianças que não conseguem sistematicamente chegar a essa resposta. As demonstrações efetuadas pelo

professor para um grupo de alunos envolvendo, ou não, alguma discussão do que vai acontecendo e sobre os conceitos envolvidos podem ser úteis em múltiplas situações devido á sua forte capacidade de ilustrar uma teoria. O trabalho de campo consiste na saída dos alunos da sala de aula e da escola para observar, explorar, recolher material e dados e experimentar terreno, são um bom ponto de partida para estudar questões ambientais e socioeconómicos. Por último, as investigações ou projetos onde os alunos resolvem problemas, pesquisam, experimentam, estudam uma situação problema e trabalham as possíveis soluções, esta é a atividade que melhor se enquadra no paradigma construtivista porque os alunos podem trabalhar como verdadeiros cientistas e construírem a sua própria aprendizagem, estas atividades são verdadeiramente experimentais e exigem que os alunos “reconheçam os problemas em estudo como problemas reais e permitem que eles se envolvam no planeamento, execução, interpretação e avaliação da evidência e das soluções possíveis” (p. 42) e posteriormente comuniquem os seus resultados.

Roldão (1995) remete-nos ainda para a relevância dos resultados de aprendizagem pretendidos, diz-nos assim que é importante integrar na planificação de estratégias um conjunto de preocupações, nomeadamente:

Assegurar-se da relevância da aprendizagem que se pretende alcançar; não confundir o interesse pela tarefa com o interesse pela aprendizagem, mas antes fazer com que uma tarefa atraente conduza a uma aprendizagem efectiva e significativa; garantir a sistematização e estruturação das aprendizagens visadas com uma determinada estratégia. (Roldão, 1995, pp. 54-55)

Quando as tarefas são preparadas para os alunos há alguns aspetos a ter em conta, nomeadamente, os objetivos, o que se pretende que os alunos façam e aprendam, que produtos esperamos que os alunos produzam e o que aprendem com esse trabalho, que materiais serão necessários, qual será o nosso papel durante a realização da tarefa e que questões teremos de fazer para obter uma discussão de qualidade. Sá e Varela (2007) explicam que a intencionalidade de um professor, ao planear uma atividade de ensino deve respeitar três pontos básicos: a identificação das aprendizagens a realizar

pelos alunos, a seleção dos recursos didáticos e uma antevisão de como induzir nos alunos a conduta adequada à realização pessoal das aprendizagens esperadas. Dizem ainda, que esta prática implica “intencionalidade” e “reflexividade” (Sá & Varela, 2007, p. 21).

Os professores que não são reflexivos não se interrogam sobre o que fazem e porque o fazem, aceitando as práticas de certa instituição, perdendo de vista as metas e os objetivos da sua atividade docente quotidiana. (Zeichner, 1987 cit. in Sá & Varela, 2007). A reflexividade e a intencionalidade são os fundamentos do trabalho de um professor.

2.2.2. As Concepções dos Alunos

De acordo com Sá (2002) e Martins e Veiga (1999) os alunos já trazem ideias quando chegam à escola, modelos interpretativos, explicações sobre o mundo físico-natural que os rodeia, resultados das experiências vivenciadas no dia-a-dia. As concepções alternativas são, de uma forma geral, diferentes das ideias científicas formais, apresentam um maior sentido às experiências pessoais das crianças, não são erros facilmente corrigíveis, apresentam-se muito resistentes à mudança porque estão profundamente entranhadas na estrutura mental da criança, apresentam algum “isomorfismo” com ideias decorrentes de períodos históricos, de pensamentos científico e filosófico. O conhecimento que os alunos já possuíam interage com o que se ensina nas aulas, o que pode resultar em consequências imprevisíveis na aprendizagem.

Marques e Praia (1991) e Veiga (1991) reforçam a ideia da persistência das concepções alternativas ao longo do tempo, sendo resistentes inclusive ao ensino formal. Salientam que os métodos tradicionais de ensino são ineficazes no processo de ultrapassar C.A.’s e que estas podem sofrer alterações porque os alunos, por vezes, reconhecem a incoerência das suas ideias e tendem a usar concepções diferentes para compreender situações que exigem o mesmo tipo de explicação, ou a usarem as mesmas concepções para interpretar situações que exigem explicações diferentes.

Martins e Veiga (1999, p. 12) citando Pozo apresenta três vias para explicar o aparecimento das concepções alternativas, a sensorial, a cultural e a

analógica. Pela via sensorial as concepções são espontâneas, surgem através de “fenómenos, processos e observações da vida quotidiana”, pela via cultural surgem as concepções sociais, resultam da “influência do meio social e cultural que envolve o aluno”, o que faz da linguagem a forma de transmissão mais comum, pela via analógica as concepções surgem através do “desempenho de tarefas onde são estabelecidas analogias com ideias ou esquemas de conhecimento provenientes de outras áreas”.

Os adultos, e principalmente os professores, também possuem ideias alternativas, desta forma, porque são diferentes as ideias produzidas pelas crianças das produzidas pelos cientistas? Veiga (1991) apresenta-nos algumas justificações, para começar, as crianças tendem a considerar apenas as entidades e conceitos diretamente observáveis na sua vida quotidiana, apresentam um ponto de vista egocêntrico ou centrado no homem quando tentam explicar os fenómenos, as experiências das crianças não incluem situações experimentais planeadas, as crianças tendem a apresentar explicações que estejam relacionadas com razões imediatas, para ocorrências específicas, não prestando atenção à necessidade de coerência e contradição com outros fenómenos, por último, a linguagem diárias apresenta algumas diferenças em relação à linguagem científica.

Martins e Veiga (1999, p. 12), citando Santos, chama-nos a atenção para a dificuldade de se ultrapassarem algumas concepções alternativas (CA's) dos estudantes, isto porque as CA's são resistentes à mudança, “constituem verdadeiros obstáculos epistemológicos e impedem a construção do saber científico”. Por vezes apresentam ainda regressões, ou seja, concepções que tinham sido ultrapassadas retornam novamente.

Na literatura encontram-se algumas concepções alternativas sobre os temas abordados com os alunos, as propriedades do ar e a queda de objetos. A primeira concepção alternativa apresentada por Sá (2002) é a de que um recipiente aberto e exposto ao ar, sem nada de visível no seu interior está vazio, o mesmo autor apresenta ainda as concepções de que, o ar não ocupa espaço e de que os corpos caem para o solo tanto mais rapidamente quanto maior o seu peso. Pereira (1992) apresenta mais duas concepções alternativas: o ar é algo que está sempre em movimento e os gases podem exercer forças quando algo ou alguém lhes dá força (o êmbolo de uma seringa, por exemplo).

2.2.3. Mudança Conceptual

O Ensino por mudança conceptual foi a primeira ruptura com orientações de ensino fundamentalmente transmissivo que se fez nos anos 80, com esta ruptura o ensino ganhou referências cognitivo/construtivistas. Esta forma de ensino pretende contribuir para mudar os conceitos e “compreender algumas das dificuldades que tal mudança exige e de explorar possíveis estratégias de ensino para ajudar a levar a cabo tal mudança” (Cachapuz, 1999, p. 5).

Cachapuz (1999) explica que esta metodologia de ensino pretende a transformação de estruturas conceptuais e não apenas a alteração de um certo conceito, propõe a reorganização dos conceitos dos alunos de forma qualitativamente diferente, ou seja, concebe-se a ideia do aluno a constituir-se, a autorregular-se e autotransformar-se à medida que reconstrói e transforma os seus conceitos que “tentativamente muda seu modo de observar e pensar os fenómenos” (1999, p. 5), o aluno passa a estar preparado para desenvolver novas atitudes a respeito dos seus próprios conceitos, num diálogo entre as suas ideias prévias e os conceitos científicos a aprender. O papel do professor também sofre alterações com o ensino por mudança conceptual, este passa a ter de dar atenção às concepções alternativas dos alunos o que envolve, não só “uma nova atitude perante a Ciência o ensino e a aprendizagem, mas também a construção e uso de novos instrumentos e estratégias de trabalho” (*ibidem*, p. 5).

A mudança conceptual não é sinónima de extinção de concepções prévias, pelo contrário, é a “identificação da não conveniência do uso de determinadas ideias para explicar as situações presentes” (Martins, et al., 2007, p. 28).

Pérez (1993) propõe algumas estratégias de ensino-aprendizagem para a mudança conceptual nos alunos, a identificação e explicação das ideias que os alunos têm, o questionamento das ideias dos alunos através de contraexemplos para gerar conflitos cognitivos, a introdução de novas ideias através de “brainstorming” entre os alunos ou apresentadas pelo professor e a

criação de oportunidades para que os alunos empreguem as novas ideias em contextos diversificados.

Marques e Praia (1991) propõem alguns critérios que devem ser estabelecidos para que se ultrapassem as concepções alternativas pelo processo de ensino-aprendizagem. O primeiro critério baseia-se na insatisfação do aluno perante os seus próprios conceitos, se este detetar situações insolúveis nos quadros conceptuais construídos por si, começa a perder a confiança na credibilidade desses mesmos quadros. Os novos conceitos devem ser inteligíveis, plausíveis e frutuosos em investigação, ou seja, as ideias científicas devem ser apresentadas ao aluno de forma “perceptível e cognitivamente evidente” (p.16), devem ter a “capacidade de solucionar os problemas gerados por aqueles outros que os precederam” (ib.), deve ser capaz de perspetivar a abertura de novas áreas de investigação.

O ensino por mudança conceptual envolve meios de trabalho próprios ou adaptações de meios mais tradicionais que respeitam as características desta perspetiva de ensino. Cachapuz (1999) propõe três instrumentos de trabalho em sala de aula, os mapas de conceitos principalmente de uma perspetiva diagnóstico/formativa, a história da Ciência como ajuda à compreensão da metodologia científica e o trabalho experimental como “instrumento gerador de conflitos cognitivos” (p. 6) e espaço de partilha e comunicação.

Cachapuz (1999) apresenta dificuldades da perspetiva de Ensino por Mudança Conceptual. De forma sucinta, podemos agrupá-las em dois conjuntos de razões, um de ordem interna referente à sobrevalorização da aprendizagem dos conceitos que conseqüentemente cria a desvalorização das metas educacionalmente e culturalmente relevantes ligadas aos valores, interesse quotidiano e pessoais dos alunos, e outro de ordem externa referente às dificuldades de formação de professores para adotar esta perspetiva.

3. METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO

3.1. Identificação do método e da sua justificação

“A investigação é um processo privilegiado de construção do conhecimento.”

(Ponte, 2002)

No âmbito na investigação educacional, os termos investigação quantitativa e investigação qualitativa reportam-se a uma variedade de perspetivas teóricas e práticas metodológicas, que não correspondem a conceitos distintamente definidos. Afonso (2005) explica que tradicionalmente, o que distingue estas duas abordagens é a subjetividade e a objetividade. A abordagem quantitativa considera-se objetiva porque recorre a critérios bem definidos de amostragem e processos de análise de dados utilizando uma linguagem da matemática analítica, da estatística e da categorização lógica. Por outro lado, a abordagem qualitativa é vista como menos objetiva porque se centra em contextos particulares e nas perspetivas de atores individuais. Porém, qualquer investigação, seja ela de abordagem quantitativa ou qualitativa, abrange elementos subjetivos porque o conhecimento sobre a realidade social é por si só um fenómeno subjetivo.

A abordagem que será usada neste trabalho é a qualitativa.

3.1.1. Investigação qualitativa

A investigação qualitativa passou por várias fases ao longo dos anos, em cada um desses momentos teve significados diferentes. Denzin e Lincoln (2006) propõem uma definição genérica para esta forma de investigação, “a pesquisa qualitativa é uma atividade situada que localiza o observador do mundo” (p. 17), constitui-se por um conjunto de práticas materiais e interpretativas que pretendem explicar fenómenos do mundo. Estas investigações transformam os fenómenos do mundo em representações, a

partir de instrumentos como as notas de campo, as entrevistas, as conversas, as fotografias e as gravações. Na perspectiva de Denzin e Lincoln (2006) a pesquisa qualitativa envolve uma abordagem naturalista e interpretativa, o que significa que os seus investigadores estudam os fenómenos nos seus cenários naturais tentando interpretá-los.

Bogdan e Biklen (1994) utilizam a expressão investigação qualitativa como um “termo genérico que agrupa diversas estratégias de investigação que partilham determinadas características” (p. 16). Os dados recolhidos são considerados qualitativos.

Outro termo utilizado para caracterizar esta modalidade de investigação é o de estudos “naturalistas”. Afonso (2005) considera os estudos naturalistas como investigações de “situações concretas existentes e identificáveis pelo investigador, sem intervenção, em termos de manipulação, física e deliberada, de quaisquer variáveis” (p. 43). O autor distingue três tipos de estudos naturalistas, os descritivos, os de correlação e os causais e comparativos. O estudo no qual este projeto de investigação se insere é o causal e comparativo, que pretende estabelecer “relações de causalidade entre duas ou mais variáveis, através de dispositivos que permitam o controlo de explicações alternativas, expressas nas variáveis de controlo” (*ibidem*, p. 44).

Ponte (2002), citando Jacky Beillerot (2001), indica três requisitos que uma investigação deve cumprir, gerar novos conhecimentos, ter uma metodologia rigorosa e ser pública. Um trabalho tem de trazer algo novo para a comunidade científica, não deve ser a repetição do que outros investigadores já fizeram, tem de envolver algum rigor de forma a possibilitar a sua reprodução, por fim, uma investigação tem de ser comunicada para ser apreciada e avaliada.

Bogdan e Biklen (1994) apresentam cinco características da investigação qualitativa: a fonte de dados é o ambiente natural, sendo o investigador o instrumento essencial; é descritiva, os dados recolhidos são em forma de palavras ou fotografias; os investigadores interessam-se mais pelo processo do que unicamente pelos resultados; os investigadores analisam tendencialmente os seus dados de forma indutiva; o significado é fundamental nesta abordagem, perceber como diferentes pessoas dão sentido às suas vidas. Este estudo concretiza estas características porque recorre a uma sala

de aula, o investigador é participante e é ele que se desloca ao ambiente natural em que os fenómenos se desenvolvem, os dados são recolhidos essencialmente em forma de palavras (ditas ou escritas), a análise dos dados é feita de forma indutiva, o que o investigador viu e sentiu durante a intervenção influenciam as relações que tira e, o que faz deste estudo essencialmente qualitativo, é perceber como a intervenção influenciou cada um dos alunos, não só nos seus conhecimentos mas em si enquanto pessoa.

3.1.2. Paradigma

Em investigação qualitativa a palavra “teoria” é utilizada de várias formas, o modo como o conceito é utilizado corresponde à utilização dada em sociologia e antropologia, semelhante ao termo paradigma. (Bogdan & Biklen, 1994, citando Ritzer, 1975)

Bogdan e Biklen (1994) definem paradigma como “um conjunto aberto de asserções, conceitos ou proposições logicamente relacionados e que orientam o pensamento e a investigação” (p. 52). Toda a investigação tem como base uma orientação teórica, isto reforça a coerência dos dados e permite ao investigador ultrapassar um “amontoado pouco sistemático e arbitrário de acontecimentos” (*ibidem*, p. 52).

Patton (1980), citado por Coutinho e colaboradores (2009), diz que os paradigmas são uma forma de descortinar a complexidade do mundo real, cada um deles é uma forma de ver o mundo, “revestem-se de características e peculiaridades que os tornam marcadamente particulares, claramente identificáveis e altamente controversos” (p. 357).

Este projeto investigativo assenta na metodologia de investigação qualitativa, na vertente da investigação-ação assente no paradigma sócio crítico. Este paradigma faz “incidir o seu foco sobre o conhecimento emancipatório, que pretende pôr a nu as ideologias que condicionam o acesso ao conhecimento e operar activamente na transformação dessa realidade” (Coutinho, et al., 2009, p. 357). Ou seja, o paradigma sócio crítico requer a realização de reflexões críticas e a intenção de estabelecer uma mudança no ambiente em estudo. No presente projeto procura-se verificar se as concepções

alternativas dos alunos são desconstruídas e substituídas por justificações cientificamente corretas. O objetivo final é compreender no contexto do estudo de que forma as atividades práticas no ensino das ciências naturais provocam mudanças conceituais nos alunos.

3.1.3. Investigação-ação

A investigação-ação é considerada uma forma de investigação qualitativa. Segundo Sanches (2005) citando Esteves (1985), foi Kurt Lewin o pioneiro no trabalho da “action-research”, definindo-a como uma ação de base realista sempre seguida de uma reflexão autocrítica objetiva e uma posterior avaliação dos resultados.

Sanches (2005) propõe cinco fases para a construção de uma investigação-ação. A primeira etapa é a identificação e a formulação do problema de uma forma objetiva e que possibilite uma intervenção. A segunda etapa requer uma avaliação da situação para estabelecer um diagnóstico correto, recolhendo os dados necessários através de entrevistas, observações, inquéritos por questionário, sociometria, bem como análise documental, são técnicas que exigem rigor, ética e profissionalismo. É desta fase que surgem as decisões relativas à intervenção a realizar. A terceira fase consiste na construção de um plano de intervenção. Na quarta fase executa-se o plano acompanhado da “reflexão intermédia, sistemática e continuada” (p. 138). A execução não pode ser prevista de uma forma linear, à medida que os planos são executados e se fazem as reflexões, podem optar-se por caminhos que não estavam previstos inicialmente. A última fase da investigação-ação é a avaliação do processo e do produto.

A melhoria da prática, compreensão da prática e a melhoria da situação onde se desenvolve a prática são os principais benefícios da investigação-ação. O objetivo principal, não é tanto gerar conhecimento, é fundamentalmente, questionar as práticas sociais e os valores que as integram com o objetivo de explicá-los. (Latorre, 2003, citado por Coutinho, et al., 2009)

Neste projeto a metodologia de investigação-ação é a que melhor se enquadra com as necessidades investigativas. Durante a prática pedagógica foi identificado um problema, uma situação que pretendia ser estudada, os alunos revelaram ter algumas concepções prévias sobre fenómenos do mundo e o ensino das ciências naturais não era feito através de um ensino construtivista, em que o aluno é construtor do seu próprio conhecimento. Com a identificação do problema criou-se uma questão inicial para orientar a investigação. Fez-se o planeamento da intervenção, os passos que precisam ser dados para recolher as informações necessárias, faz-se um questionário para identificar e perceber as concepções alternativas e preparam-se os protocolos das atividades práticas. Feito o planeamento, pôs-se o plano em prática, aplicaram-se as atividades práticas com o objetivo de verificar de que forma ocorriam mudanças conceptuais nos alunos. Depois da ação do professor/investigador fez-se uma reflexão e análise dos dados recolhidos e verificaram-se os resultados da sua ação.

3.2. Contexto de desenvolvimento do Projeto

Por motivos éticos e para proteger a identidade dos elementos envolventes neste estudo, a escola será nomeada pela letra X, o nome da professora cooperante não será referido e os nomes dos alunos serão fictícios.

A escola X pertence ao agrupamento de Escolas Y, uma instituição de ensino público, da educação pré-escolar ao 12.º ano de escolaridade. Localizado no concelho de Sesimbra, distrito de Setúbal, este agrupamento está enquadrado numa área periurbana das cidades de Setúbal e Lisboa e define-se como uma instituição aberta à comunidade. O Agrupamento é composto pelo Jardim de Infância, pela Escola Básica, e pela escola sede, a Escola Básica 2,3/S.

A Escola Básica X iniciou as suas atividades letivas em 2003, é constituída por 12 salas de 1.º Ciclo, 4 salas de ensino pré-escolar e integra no seu espaço o refeitório, o polivalente e a biblioteca escolar. Possui ainda um espaço de ATL, um projeto da Associação de Pais e Encarregados de

Educação, destinando-se exclusivamente aos alunos que a frequentam. Este projeto funciona de setembro a julho entre as 7h30m e as 19h durante o calendário escolar, interrupções escolares e períodos de férias letivas.

O 1.º Ciclo do Ensino Básico tem 25 horas letivas, durante as quais decorrem as atividades curriculares. A distribuição dos tempos letivos está organizada da seguinte forma: Língua Portuguesa, 8 horas semanais; Matemática, 7 horas semanais; Estudo do Meio, 5 horas semanais; Área das Expressões e restantes Áreas Curriculares, 5 horas semanais.

As atividades letivas funcionam em regime normal no 1.º Ciclo, quando o número de salas é inferior ao número de turmas funcionam em regime duplo. O regime normal decorre das 9h30m às 12h30m no período da manhã e das 13h30m às 15h30m no período da tarde. O regime duplo decorre no turno da manhã das 8h às 13h e no turno da tarde das 13h15m às 18h15m. A escola mantém-se aberta até às 18h15m com as Atividades de Enriquecimento Curricular e a frequência é facultativa por parte dos alunos. O horário de funcionamento das aulas pode ser alterado de acordo com as atividades constantes no Plano Anual de Atividades do Agrupamento, necessitando de aprovação prévia em reunião de conselho pedagógico. As Atividades de Enriquecimento Curricular (AEC's) no 1.º Ciclo do Ensino Básico enquadram-se no Projeto Educativo do Agrupamento e constam no Plano Anual de Atividades do Agrupamento (P.A.A.A.), são de oferta obrigatória as atividades de Apoio ao Estudo e o ensino do Inglês. Para além dessas atividades, constam ainda o ensino da Música, Expressões e as TIC.

A sala onde decorreu este projeto possui um espaço de arrecadação onde são guardados os materiais dos alunos, uma sala de expressão plástica que contém uma bancada com lavatório e uma mesa redonda, o restante espaço é destinado às atividades letivas. Esta sala possui um computador de recurso ao professor, um projetor, um quadro branco magnético e uma secretária para a professora. A sala é muito iluminada, ampla e tem vários trabalhos dos alunos afixados nas paredes.

A turma é constituída por 25 alunos, 8 rapazes e 17 raparigas.

De um modo geral, ao longo do ano a turma tem obtido sucesso escolar nas suas aprendizagens, há, no entanto, dois alunos que são a exceção na área curricular do português. Estes dois alunos estão em avaliação para serem

referenciados como alunos com Necessidades Educativas Especiais. Para além destes dois alunos existe um caso já referenciado de hiperatividade, este aluno acompanha a turma em todas as atividades e tem obtido sucesso escolar em todas as áreas curriculares à exceção da expressão plástica. O nível socioeconómico dos familiares é diversificado, desde o nível baixo a médio. A nível multicultural existem duas crianças descendentes de pais estrangeiros, nomeadamente da Roménia e do Brasil. As crianças são de nacionalidade portuguesa e encontram-se bem integradas no sistema de ensino nacional.

As metodologias de ensino utilizadas pela professora cooperante podem considerar-se tradicionais, prioriza-se a transmissão de conhecimentos do professor para o aluno, o método de alfabetização é o sintético e o Estudo do Meio é lecionado de forma transmissiva, a professora fala dos temas em estudo e os alunos realizam exercícios escritos (no manual, no caderno e/ou fichas). Para todas as áreas curriculares existe um manual escolar que é explorado ao longo do ano letivo, as atividades propostas foram enquadradas no seguimento dos temas abordados neste manual e respeitando o Programa do 1.º Ciclo (Ministério da Educação, 2004). A professora cooperante foi facilitadora do desenvolvimento deste processo, disponibilizando aulas para realizar a minha intervenção, materiais existentes na escola e momentos para entrevistar os alunos.

3.3. Dispositivos e procedimentos de recolha e tratamento de dados

Para qualquer ato de investigação é necessário pensar nas formas de recolha de informação. O professor/investigador tem de ir recolhendo informação sobre a sua própria ação de forma a ver com mais distanciamento os efeitos da sua prática letiva, para isso tem de se focar nos aspetos principais da realidade que está a estudar, “reduzindo o processo a um sistema de representação que se torne mais fácil de analisar, facilitando, assim, a fase de reflexão” (Coutinho, et al., 2009, p. 373, citando Latorre, 2003)

3.3.1. Técnicas de recolha de dados

Existem duas técnicas de recolha de dados da investigação qualitativa, são a observação participante e a entrevista em profundidade. O investigador insere-se no contexto social das pessoas que pretende estudar, conhece-as, ganha a sua confiança e cria uma proximidade que permite realizar registos escritos detalhados de tudo o que ouve e observa. A entrevista em profundidade é a considerada entrevista aberta, o investigador não leva um guião muito estruturado e linear, pelo contrário, permite que haja alguma flexibilidade no decurso da conversa, que é muitas vezes informal devido à proximidade entre o investigador e o entrevistado. (Bogdan & Biklen, 1994)

Latorre, citado por Coutinho e colaboradores, (2009), divide um conjunto de técnicas e instrumentos de recolha de dados em três categorias: baseadas na observação, centradas no investigador, é ele quem observa os fenómenos em estudo; baseadas na conversação, centradas nos participantes, nos diálogos e interações; a análise de documentos, também se centra no investigador, requer uma pesquisa e leitura de documentos escritos. Estas técnicas e instrumentos podem ainda classificar-se de outra forma, em instrumentos (testes, escalas, questionários e observação sistemática), estratégias (entrevista, observação participante e análise documental) e meios audiovisuais (vídeo, fotografia, gravação áudio e diapositivos) (Coutinho, et al., 2009).

Das técnicas e instrumentos de recolha de dados enunciados, os que melhor se adequam a este tema são os questionários para fazer a identificação das concepções alternativas que os alunos possuem, isto porque permite que os alunos registem o que pensam sem o constrangimento de ter alguém a ver as suas respostas no momento, pretende-se deixar os alunos mais confortáveis a dizer o que realmente pensam e sem o medo de errar. A observação participante porque o investigador tem um papel de observação e de intervenção. As entrevistas para compreender melhor o que os alunos pensam sobre os fenómenos, no fundo, perceber se o que foi escrito corresponde ao que os alunos pensam. Por fim, as gravações áudio, são muito práticas quando não há muito tempo para registar o que é dito nas entrevistas e durante os

momentos de intervenção, as gravações possibilitam um registo mais completo do que se desenvolve no ambiente em estudo.

Observação participante

Gold (1958), citado por Bogdan e Biklen (1994), questiona-se sobre a participação dos investigadores nas atividades da instituição. Concluiu que existem dois extremos, o do observador completo que não participa em nenhuma das atividades do local, e no outro extremo, o observador que tem um envolvimento completo com a instituição.

A observação participante é uma técnica não documental de investigação. Almeida (1990) entende que “consiste na inserção do observador no grupo observado” (p. 105), o que possibilita uma observação global e intensiva do grupo de estudo. Neste projeto o elemento investigador aproveitou a sua inserção para observar o grupo de que participa, considera-se assim, segundo Almeida (1990, p. 105), tratar-se de participação-observação.

Na fase de intervenção deste projeto a observação decorreu durante a ação. Enquanto as atividades práticas são realizadas o investigador verifica o envolvimento da turma e o interesse dos alunos nos conteúdos em estudo. Estes aspetos podem influenciar as conclusões finais do projeto.

Inquéritos por questionário

O inquérito por questionário é uma técnica que várias ciências sociais privilegiam na prática da investigação empírica. Esta técnica apoia-se num conjunto de perguntas dirigidas a um grupo de inquiridos, o que faz com que, em vários manuais de metodologia, se considere uma forma particular da entrevista. Segundo esta perspetiva, o inquérito “corresponde ao mais estruturado e rígido dos tipos de entrevista” (Almeida J. F., 1990, p. 112) isto porque, estrutura-se por um conjunto de perguntas sob uma “forma” e segundo uma “ordem” previamente programada. Quando a pessoa inquirida pode responder livremente, embora seguindo as perguntas presentes no

questionário, diz-se tratar-se de questões abertas, quando o inquirido tem uma lista com opções de resposta, consideram-se questões fechadas (*Ibidem*).

Almeida (1990) propõe cinco fases de preparação e realização de um inquérito por questionário: o *planeamento*, quando se delimitam os problemas a estudar, o tipo de informação a obter, os objetivos do inquérito e a formulação de hipóteses teóricas que vão orientar todo o processo; a *preparação do instrumento de recolha de dados* é quando o questionário é redigido tentando respeitar os objetivos de conhecimento a que o questionário se propõe com uma linguagem acessível aos inquiridos; o *trabalho de terreno*, o inquérito é entregue aos inquiridos para estes responderem às questões; a *análise dos resultados*, que consiste na “codificação das respostas, [no] apuramento e tratamento da informação e a elaboração das conclusões” a que o inquérito tenha conduzido (p. 114).

Os questionários foram construídos partindo das conceções alternativas de crianças do 1.º Ciclo que se encontram na literatura, dos temas propostos pelo Programa de Estudo de Meio para o 2.º ano de escolaridade e da planificação anual de temas do Estudo do Meio da turma. Pretendia-se que os conteúdos abordados com os alunos durante este estudo respeitassem estes tens critérios, as conceções alternativas dos alunos, o Programa de Estudo de Meio e a Planificação Anual da professora. Na fase de planeamento, chegou-se assim ao tema das propriedades do ar. O questionário foi redigindo com recurso a *concept cartoons* e a perguntas diretas e de resposta aberta, a linguagem utilizada foi simples e acessível aos alunos da turma.

Entrevistas

Uma entrevista é uma conversa intencional, dirigida por uma pessoa para obter informações sobre a outra. Pode ser feita a mais do que uma pessoa. (Morgan, 1988, citado em Bogdan & Biklen, 1994) A entrevista pode ser usada como estratégia principal para a recolha de dados, ou em conjunto com outras técnicas de recolha de dados, em todo o caso, a entrevista é usada para “recolher dados descritivos da linguagem do próprio sujeito, permitindo ao

investigador desenvolver intuitivamente uma ideia sobre a maneira como os sujeitos interpretam aspectos do mundo” (Bogdan & Biklen, 1994, p. 134)

As entrevistas são consideradas como “procedimentos de recolha de informação que utilizam a forma de comunicação verbal” (Almeida J. F., 1990, p. 109). O mesmo autor diz ainda que quanto maior for a liberdade dada ao entrevistado, maior for a entrevista, quanto mais vezes ela se repetir, mais profunda será a informação recolhida, no entanto, essa informação é centrada no entrevistado, dificilmente pode ser generalizada para um problema global. Estas entrevistas são de tipo intensivo e são diferentes são de tipo extensivo, “mais estruturadas, mais curtas, geralmente não repetidas, dando origem a informações mais superficiais, mas com um objecto de análise muito superior em extensão” (p. 109). Os inquéritos por questionário recorrem, por vezes, às entrevistas extensivas.

As entrevistas qualitativas podem variar no seu grau de estruturação, umas mais amplas que permitem uma maior liberdade aos entrevistados, outras mais dirigidas pelo investigador que mantem as questões dentro dos temas previamente seleccionados. Coloca-se a questão de qual será o tipo de entrevista mais eficaz, o estruturado ou o não estruturado. Bogdan e Biklen (1994) propõem as entrevistas semiestruturadas, fica-se assim mais certo de obter dados comparáveis entre as pessoas em estudo. Os autores defendem que não é necessário optar por um dos partidos no que toca a entrevistas, podem-se utilizar diferentes tipos em diferentes fases do mesmo estudo. No início do estudo pode haver a necessidade de fazer entrevistas não estruturadas que permitam aos entrevistados falar mais do seu mundo, no entanto, à medida que o projeto vai avançando pode surgir a necessidade de realizar entrevistas mais estruturadas que ajudem o investigador a focar-se dos aspetos mais pertinentes para a investigação.

Neste projeto as entrevistas são feitas a partir das respostas dadas pelos alunos nos questionários. Pretende-se aprofundar o conhecimento sobre o que os alunos pensam sobre os fenómenos em estudo. Portanto, depois de analisar as respostas ao questionário (apêndice 1), seleccionam-se as respostas que causam alguma ambiguidade ou que estão menos explícitas, depois entrevista-se o aluno para descodificar a mensagem que ele queria transmitir.

3.3.2. Técnicas de análise de dados

Bogdan e Biklen (1994) definem análise de dados como um “processo de busca e de organização sistemática [dos materiais acumulados] com o objetivo de aumentar a sua própria compreensão desses mesmos materiais e de lhe permitir apresentar aos outros aquilo que encontrou” (p. 205). A análise é no fundo a organização de tudo o que é recolhido durante a observação, envolve as transcrições das entrevistas e sistematização das notas de campo.

Apesar da análise ser complicada e parecer exaustiva para os investigadores iniciantes, constitui um processo que pode ser dividido em várias fases. Recomenda-se inclusive que os dados sejam analisados ao longo da recolha de dados por dois motivos, o primeiro é a possibilidade de ir reformulando as atividades de intervenção, se o investigador não for analisando os dados à medida que vai fazendo a sua intervenção, corre o risco que não conseguir obter as respostas às perguntas que possuía. O segundo motivo é a acumulação de trabalho que pode ser desencorajador quando os dados são muitos extensos e o projeto envolve muitas fontes de recolha. Portanto, Bogdan e Biklen (1994) recomendam que o investigador vá analisando os seus dados à medida que vai tendo um papel interventivo no seu contexto de observação.

Estando a recolha de dados concluída o investigador qualitativo desenvolve um sistema de codificação para organizar os dados, esta tarefa não é fácil, mas é frutífera para que os dados fiquem organizados e possam ser analisados mais facilmente. Um sistema de codificação requer vários passos: (1) percorrer os seus dados para procurar regularidades, padrões ou tópicos presentes nos dados; (2) escrever palavras e frases que representem estes mesmos padrões e tópicos. Estas palavras ou frases são categorias de codificação. (*ibidem*)

Existe um leque grande de famílias de códigos utilizados para sistematizar os dados de uma investigação, Bogdan e Biklen (1994, p. 222-228) propõem alguns: *códigos de contexto*; *códigos de definição da situação*;

perspetivas tidas pelos sujeitos; pensamentos de sujeitos sobre pessoas e objetos; códigos de acontecimento; entre outros.

A análise de conteúdo é o método utilizado para a análise de texto, utiliza-se na análise de dados qualitativos, na investigação histórica, pode ser utilizada em métodos quantitativos de tipo inquérito por questionário e sempre que temos de analisar entrevistas (Coutinho, 2011). Coutinho (2011) explica que a análise de conteúdo é “uma técnica que consiste em avaliar de forma sistemática um corpo de texto, por forma a desvendar e quantificar a ocorrência de palavras/frases/temas considerados ‘chave’ que possibilitem uma comparação posterior” (p. 193). O investigador procura regularidades nos dados e faz deduções com base nessas regularidades, os signos/símbolos/palavras, que são as unidades de análise, podem ser organizados em categorias conceptuais. Essas categorias podem ser aspetos de uma teoria que se pretende testar (*ibidem*).

Podem-se considerar dois tipos de análise de conteúdo, “aqueles que fazem intervir categorias pré definidas anteriormente à análise propriamente dita, e aqueles que não as fazem intervir, tendo por isso um carácter puramente exploratório” (Coutinho, 2011, p. 193). Este estudo insere-se no primeiro tipo de análise de conteúdo, com uma base teórica que nos permite ter categorias pré definidas.

3.3.3. Procedimentos de intervenção

Este projeto iniciou-se com uma discussão com os alunos sobre as propriedades do ar, realizaram-se pequenas experiências para mostrar e validar concepções científicas, com seringas e balões. Esta sessão serviu para nos certificarmos de que os alunos, aquando da identificação de concepções, possuíam efetivamente ideias sobre as propriedades do ar, isto porque, nem sempre os alunos têm ideias estruturadas sobre alguns temas, simplesmente porque nunca tiveram experiências que os fizesse criar essas ideias (Veiga, 1991).

De uma forma global o estudo dividiu-se em quatro fases, na primeira promoveu-se uma discussão coletiva sobre as propriedades do ar, fizeram-se

pequenas demonstrações com seringas e balões, na segunda fase decorreu a identificação das ideias prévias através de um questionário seguido de pequenas entrevistas, na terceira fase realizaram-se atividades práticas e dois meses depois desenvolveu-se uma identificação das alterações das ideias dos alunos sobre o tema em estudo através de um questionário semelhante ao primeiro. Segue-se um quadro demonstrativo deste processo:

Quadro 1 - Fases de Desenvolvimento do Projeto

Fases de desenvolvimento do Projeto	
1.ª fase – Discussão	Discussão coletiva sobre as propriedades do ar e demonstrações com seringas e balões.
2.ª fase – Identificação das Conceções	Realização de um questionário com perguntas sobre vários temas das ciências naturais. Entrevistas a alunos cujas respostas foram pouco claras ou insuficientes.
3.ª fase – Atividades	Desenvolvimento de atividades práticas com os alunos e respetivos registos.
4.ª fase – Identificação das conceções	Realização de um questionário para verificar as mudanças conceptuais ocorridas e entrevistas.

Toda a turma participou nas atividades apesar de ter sido selecionada apenas um grupo de 7 alunos, três elementos do sexo feminino e quatro elementos do sexo masculino. Este grupo foi selecionado no final da intervenção, todos os alunos passaram por todas as fases, inclusive as entrevistas, foi um trabalho mais prolongado, mas que se considerou necessário para garantir que todos os alunos estariam aptos para fazer parte do grupo selecionado para o estudo caso necessário. O critério de seleção

desse grupo foi a heterogeneidade de género e a participação em todos os momentos de intervenção deste estudo, isto porque alguns alunos não estiveram presentes em todas as atividades.

As atividades foram realizadas na sala de aula com o apoio da minha colega de estágio com orientações definidas por mim anteriormente. A turma não estava habituada a esta metodologia de trabalho e foram-se utilizando estratégias diferentes de organização da turma ao longo das sessões.

Os inquéritos por questionário deste projeto possuem questões abertas às quais os alunos podem responder livremente.

Os questionários são entregues aos alunos e lidos na íntegra para que não haja dificuldades de compreensão, possuem *concept cartoons* e perguntas abertas que permitem respostas livres. Os questionários são depois analisados e identificadas as conceções que os alunos possuem sobre os fenómenos da natureza. Depois dessa análise foram implementadas as atividades práticas para promoverem mudanças conceituais nos alunos. Mais tarde, tornaram-se a fazer questionários sobre os mesmos temas para verificar se as conceções iniciais se conservaram ou se ocorreram mudanças.

As perguntas dos questionários são:

1. O ar ocupa espaço?
2. Os objetos maiores caem mais depressa do que os pequenos?
 - 2.1. Será que o tamanho do paraquedas influencia o tempo que demora a cair? (*concept cartoon*)
3. O ar pode ser comprimido? Há diferenças entre ar quente e ar frio?
 - 3.1. É possível encher um balão sem o soprar? (*concept cartoon*)

As respostas ambíguas e pouco claras a estas questões geraram a necessidade de realizar posteriormente entrevistas clínicas para que o investigador possa compreender melhor as respostas dos alunos e os seus conhecimentos. As perguntas dessas entrevistas não tinham um guião porque estavam dependentes das respostas que os alunos davam, pretendiam uma explicação melhor das suas ideias e podia variar de aluno para aluno. As perguntas partiam da resposta que o aluno dava, quando a resposta era “o ar não ocupa espaço”, pergunta-se “porque dizes isso?” e vamos desenvolvendo um diálogo dependendo da resposta que o aluno dá. As entrevistas foram

feitas apenas aos alunos cujas respostas não foram suficientemente claras, ou seja, aos que não se compreendia a ideia que estava por trás da resposta.

4. DESCRIÇÃO E INTERPRETAÇÃO DE DADOS

4.1. As tarefas e o Programa

O Programa do Estudo do Meio (2004) em vigor desde 1990 (1.^a edição) é atualmente o único documento normativo presente no currículo do 1.º Ciclo e, portanto, aquele mediante o qual os docentes regem a sua prática pedagógica, no entanto, podemos utilizar o Documento “Competências Essenciais” (2001), documento revogado em 2011 pelo despacho n.º 19169/2011, como forma de comparação da complexidade dos conhecimentos e competências investigativas. Um estudo de Silva, Morais e Neves (2013) sobre o currículo do 1.º Ciclo do Ensino Básico comparando os documentos “Competências Essenciais – Estudo do Meio” (2001) e o “Programa do Estudo do Meio” (2004) conclui que a complexidade dos conhecimentos presentes nos dois documentos é amplamente superior no documento das Competências Essenciais, o mesmo se sucede com a complexidade das competências investigativas. Se as competências investigativas são consideradas essenciais para a compreensão da Ciência e para se adquirirem níveis elevados de literacia científica, então “ter-se-á de admitir que o Programa não está orientado nesse sentido” (Silva, Morais, & Neves, 2013, p. 201).

Silva, Morais e Neves (2013) concluem que o Programa de Estudo do Meio (2004), comparativamente ao documento “Competências Essenciais” (2001), “apela menos à conceptualização das aprendizagens” (p. 210), “contribui menos para a literacia científica” (p. 211), dá pouca ênfase ao conhecimento conceptualizado, às competências investigativas complexas e à intradisciplinaridade e a interdisciplinaridade. As autoras referem ainda que se o Programa for orientador da prática dos professores, e sendo a exigência conceptual deste documento curricular baixa, os professores desenvolverão práticas com um nível de exigência conceptual igualmente baixo.

Numa análise ao Programa de Estudo do Meio realizada por Martins e Veiga (1999) concluiu-se que o problema das concepções alternativas não está presente, não é feita qualquer referência no que respeita à sua natureza, à sua identificação perto dos alunos sobre variados temas ou às estratégias de mudança conceptual. Como já verificámos na literatura, as concepções alternativas são “persistentes nos indivíduos e resistentes ao próprio ensino formal” (Idem, 1999, p. 53), o programa não foi concebido a pensar em estratégias para ultrapassar esta complexa problemática.

Relativamente ao trabalho prático, o programa reconhece a importância de aprendizagens diversificadas que incluam o “contacto directo com o meio envolvente, [a] realização de pequenas investigações e experiências reais na escola e na comunidade” (p. 102), recomenda ainda, nos seus objetivos gerais, a utilização de “alguns processos simples de conhecimento da realidade envolvente (observar, descrever, formular questões e problemas, avançar possíveis respostas, ensaiar e verificar) assumindo uma atitude de permanente pesquisa e experimentação” (p. 103). Reflete-se aqui alguma intencionalidade de educação científica na sala de aula, no entanto não há referências a nenhuma abordagem metodológica nesse sentido. Propõem-se experiências sem orientações ou intencionalidades para o fazer, ou seja, a experimentação pode ter apenas objetivos processuais ou pelo contrário, apenas conceituais, os objetivos não estão claramente definidos (Martins & Veiga, 1999).

As tarefas utilizadas neste estudo vão ao encontro dos conteúdos programáticos do Programa de Estudo do Meio (2004) para o 2.º ano de escolaridade. Os objetivos inserem-se nos blocos 3 e 5, “À Descoberta do Ambiente Natural” e “À Descoberta dos Materiais e Objetos” e têm como conteúdo as propriedades do ar. Apesar das considerações de vários autores sobre a baixa exigência conceptual do Programa de Estudo do Meio (Ferreira, Morais, Neves et. al., 2015; Silva, Morais & Neves, 2013) decidiu-se explorar objetivos que nele constam para o 2.º ano. Considerou-se que, se este é o documento oficial mais utilizado pelos professores, deve propor-se conteúdos que poderiam ser abordados de forma construtivista por qualquer professor do Ensino Básico, demonstrando assim que o ensino das ciências por atividades práticas e experimentais é exequível numa sala de aula de forma frequente e não apenas pontualmente.

4.2. As concepções dos alunos

Como já foi demonstrado na literatura, para que se considere que os alunos possuem efetivamente concepções alternativas, é necessário que eles tenham experiências reais sobre o tema dessas concepções. Se questionarmos um aluno sobre um tema que ele desconhece, sobre o qual ele não possui quaisquer experiências e ele der uma resposta cientificamente incorreta, que é o mais provável, não pode ser considerado que o aluno possui uma concepção alternativa. Para contextualizar o tema das propriedades do ar, realizaram-se pequenas demonstrações antes de se recolherem as ideias dos alunos. As demonstrações são ferramentas utilizadas para ilustrar uma ideia ou teoria, não apresentam nenhum problema que necessite de resolução, Pereira (1992) considera que, ao se realizar uma demonstração, “apenas se proporciona à criança a oportunidade de uma observação que não faria por si e que lhe permite a concretização de princípios de outro modo demasiado abstractos para o seu nível de desenvolvimento psicológico” (p. 43).

Realizou-se uma discussão coletiva composta por três tarefas sobre as propriedades do ar, todas as tarefas tinham uma pergunta de previsão para os alunos tentarem antever o resultado das experiências (quadro 2). Depois das demonstrações as ideias foram discutidas coletivamente e feito o registo das respostas cientificamente corretas. Esta fase decorreu no dia 28 de outubro de 2014.

Os objetivos para as três atividades foram: realizar experiências que permitam reconhecer a existência do ar; reconhecer a existência de ar; reconhecer que o ar tem peso; experimentar o comportamento de objetos em presença de ar quente e de ar frio.

Quadro 2 - Tarefas exploradas na discussão coletiva

Questões	Descrição da tarefa
<p><i>Se encostares a ponta da seringa ao teu dedo e tentares empurrar o êmbolo o que vai acontecer? Porquê?</i></p>	<p>Com a ponta de uma seringa de 60ml encostada ao dedo pressionou-se o êmbolo que se moveu sem que o ar saísse do seu interior. Pretendeu-se aqui demonstrar que o ar é compressível e que a seringa só vai ceder até certo ponto porque o ar ocupa espaço e tem um limite de compressibilidade.</p>
<p><i>Quando estás a encher um balão o que está a acontecer? O que fica lá dentro? Porquê?</i></p>	<p>Encheu-se um balão e questionou-se a turma quanto ao que ficava dentro do balão e ao que o fazia aumentar de tamanho. Pretendia-se que os alunos compreendessem que à medida que sopramos para dentro do balão o ar que vai entrando pressiona as paredes interiores que por serem flexíveis vão cedendo e este vai aumentando de tamanho.</p>
<p><i>O que prevês que acontecerá ao cabide se furares um dos balões?</i></p>	<p>Montou-se o esquema representado na imagem com um cabide, balões e fios. Rebentou-se um balão e o cabide tombou para o lado do balão que continuava cheio. Pediu-se aos alunos para tentarem explicar o que aconteceu e o que se pretendia era que os alunos compreendessem que o balão cheio é mais pesado do que o vazio porque tem ar lá dentro, o ar tem peso.</p>



Neste estudo, apresentamos 3 tarefas sobre a temática das propriedades do ar, todas elas exequíveis em qualquer sala de aula do sistema de ensino português. Os materiais são comuns e recolhem-se facilmente nos desperdícios do dia-a-dia como os copos de iogurte, sacos de plástico, garrafas de vidro ou copos de água. Pretendeu-se demonstrar que o ensino através de trabalho prático e experimental não tem de ficar apenas entregue aos professores de ciências, os professores generalistas como os do 1.º Ciclo do Ensino Básico podem facilmente adotar um ensino com características construtivistas e experimentais.

Depois da discussão coletiva e de pequenas demonstrações experimentais pediu-se aos alunos que respondessem a um questionário sobre a temática das propriedades do ar que incluiu dois *concept cartoons* adaptados do manual escolar de Estudo do Meio “A Grande Aventura” – 2.º ano e três perguntas de resposta aberta (figuras 1 e 2).



Figura 1 - Concept Cartoon “É possível encher um balão sem soprar?”

Neste *concept cartoon* preconiza-se um diálogo entre três amigos que respondem à pergunta “é possível encher um balão sem o soprar?”, apresentam três frases para motivar e despoletar a verbalização das ideias dos alunos. A primeira acredita que é possível porque teve essa experiência e o

balão ficou maior, o seguinte considera este fenómeno impossível e o terceiro questiona porque terá o balão aumentado de tamanho.



Figura 2 - Concept Cartoon "Será que o tamanho do paraquedas influencia o tempo que demora a cair?"

Este *concept cartoon* representa novamente um diálogo entre três amigos que respondendo à pergunta “será que o tamanho do paraquedas influencia o tempo que demora a cair?” dão três respostas diferentes, o primeiro acredita que o paraquedas mais pequeno vai voar mais porque é menor, o seguinte acha que o paraquedas maior voa durante mais tempo porque se enche com mais ar e o terceiro elemento considera que os paraquedas caem ao mesmo tempo no chão porque os fios e o copo são iguais. A frase “responde à pergunta inicial” (fig. 2) serve para orientar os alunos nos seus registos, para perceberem onde e a que devem responder.

As três perguntas de resposta aberta são:

1. O ar ocupa espaço? Como podes verificar?
2. Os objetos maiores caem mais depressa do que os pequenos? Porquê?
3. O ar pode ser comprimido? Há diferenças entre o ar quente e o ar frio?

Estes questionários foram feitos de forma individual e os alunos tinham liberdade para escrever o que pensavam sem se preocupar com a ortografia ou estrutura frásica, uma barreira que impede muitas vezes os alunos de escreverem o que realmente pensam.

4.2.1. Tarefa “O ar ocupa espaço”?

Esta tarefa foi realizada com a turma no dia 2 de dezembro de 2014 e foi iniciada com a pergunta “O ar ocupa espaço?”. Pertence ao domínio da área do Estudo do Meio, ao subdomínio do bloco “À Descoberta dos materiais e objetos” e tem por objetivos programáticos a realização de experiências com ar e o reconhecimento da existência de ar, pertence aos conteúdos das propriedades do ar.

Material:

- Um copo de vidro;
- Uma folha de papel amarrotada;
- Uma bola de pingue-pongue;
- Um recipiente transparente (taça de vidro).

Procedimento:

1. Enche o recipiente com água e coloca a bola de pingue-pongue no centro.
2. Mete a folha de papel no fundo do copo e em seguida coloca o copo, virado ao contrário, sobre a bola.
3. Empurra o copo até ao fundo do recipiente, sempre na vertical.
4. Retira o copo da água, sempre na vertical.

A folha de papel está seca? _____.

A água entrou no copo? _____.

5. Repete os procedimentos 2 e 3. Quando o copo tocar no fundo do recipiente inclina-o.

Saíram do copo bolhas de quê? _____.

A folha de papel está seca? _____.

A água entrou no copo? _____.

O que podes concluir?

--

Figura 3 - Protocolo da tarefa "o ar ocupa espaço?"

A atividade foi iniciada distribuindo a folha da tarefa (figura 3), fazendo a respetiva leitura e respondendo à pergunta inicial “o ar ocupa espaço?”, todos os alunos registaram as suas respostas à pergunta na folha do protocolo da tarefa. Depois da pergunta de previsão dividiu-se a turma em dois grupos de 13 elementos e cada uma das estagiárias orientou um grupo de trabalho, metade da sala foi ocupada por um grupo e a outra por outro grupo. Foram distribuídos os materiais necessários por cada mesa, os alunos diziam os passos que tinham de ser efetuados enquanto os elementos dinamizadores da atividade, neste caso as duas estagiárias da sala, reproduziam as instruções dadas pelos

alunos. À medida que iam sendo feitos os vários passos procedimentais ia sendo feito o registo a lápis pelos alunos na folha da tarefa.

É importante referir que, estando a trabalhar com uma turma de 2.º ano que não trabalha habitualmente neste registo, para além dos procedimentos e conteúdos que se pretendia que os alunos aprendessem, houve também uma preocupação com a organização da turma. Pensou-se em estratégias que motivassem os alunos, que fossem eficientes para as suas aprendizagens e que permitissem que, gradualmente, se tornassem mais autónomos nos seus trabalhos.

Terminada a utilização dos materiais, os alunos arrumaram-nos e foi-lhes dado algum tempo para trocarem ideias sobre o que tinham visto, podiam discutir em grupo sobre as observações, mas cada um fazia o seu registo individual e devia responder à última questão do protocolo “o que deves concluir?”.

Sobre este tema, de uma forma geral, os alunos demonstraram ter conhecimentos sobre a existência de ar, principalmente quando se utilizam balões, possivelmente porque não vemos o interior do balão, no caso das seringas, como não se vê nada lá dentro é mais suscetível de se considerar que não está efetivamente nada lá dentro, inclusive ar. Nesta atividade a situação foi mais complexa porque envolveu ar que fica preso entre um copo de vidro e água.

No quadro 3 podemos observar as respostas dos alunos nas 3 fases de recolha de dados, na primeira constam as ideias iniciais dos alunos, na segunda constam os registos que os alunos fizeram nas suas folhas de protocolo, na terceira as conceções finais.

Quadro 3 - As conceções dos alunos na tarefa "o ar ocupa espaço?"

Nomes Fictícios	Registo das conceções dos alunos (2/12/2014)	Registo da Atividade (2/12/2014)	Registo das conceções (29/05/2015)
Margarida	Não, o ar não ocupa espaço porque o ar não se sente.	Na primeira vez...	Sim, o ar ocupa espaço, porque se [tivermos] uma garrafa com ar [e]

			apertarmos a garrafa não [dá para] apertar até ao fim.
Diogo	O ar ocupa espaço porque está em todo mundo.	Nós pomos o copo na água, o ar já estava no copo, tirámos o copo e ficou com água.	Sim porque se enchermos um balão ele fica com o ar lá dentro.
Martim	O ar não ocupa espaço porque todos conseguem tocar-lhe. (<i>só existe em espaços abertos</i>)	O ar ocupa espaço porque quando metemos o copo na água o ar ficou lá dentro.	Sim, porque se apertares um balão com ar o ar sai.
Carlos	Não, o ar não ocupa espaço.	Na primeira vez o ar ficou dentro do copo. Na segunda vez o ar saiu e entrou água.	O ar ocupa espaço porque estica-se.
Rodrigo	O ar não ocupa nenhum espaço. (<i>Porquê? Não se vê.</i>)	Quando pomos o copo dentro da água ele não tem água, tem ar, e quando o abanamos entra água.	Não.
Catarina	Sim, o ar ocupa espaço porque quando enches um balão o ar fica lá dentro.	Quando pusemos o copo dentro da água o copo ficou com ar lá dentro.	Sim porque se tu rebentares um saco está ar lá dentro e tu não o vês.
Beatriz	O ar ocupa espaço, porque se enchermos um balão o ar ocupa o espaço no balão.	Eu vi no primeiro copo ar e no segundo água e “bolhinhas” a sair do copo.	Sim, porque se enchermos um balão, o ar está a ocupar [espaço] dentro do balão.

As ideias dos 7 alunos envolvidos neste estudo antes da atividade foram organizadas nos seguintes grupos (quadro - *O ar não ocupa espaço*;(3)

- *O ar ocupa espaço porque está em todo o mundo* (1);
- *O ar não ocupa espaço porque todos conseguem tocar-lhe* (1);

- *O ar ocupa espaço porque quando enchemos um balão o ar fica lá dentro (2).*

Quatro alunos tinham concepções alternativas sobre o espaço que o ar ocupa, desconheciam que o ar é composto de moléculas e átomos o que faz com que tenha massa e ocupe todo o espaço onde não exista outra matéria. A primeira ideia, a de que o ar não ocupa espaço, deve-se à invisibilidade do mesmo, para estes alunos o que não se vê não se manipula, algo previsível dado a faixa etária em que se encontram.

A segunda ideia, a de que o ar ocupa espaço porque está em todo o mundo demonstra uma consideração do ar como algo que existe em todo o lado mas não foi apresentada uma forma de provar esta propriedade. A terceira ideia é a de que o ar não ocupa espaço porque todos conseguem tocar-lhe, considera-se aqui que o ar existe, mas não pode ser encerrado em espaços fechados. A última ideia é a cientificamente mais correta, pertence a dois alunos que consideram que o ar ocupa espaço porque quando enchemos um balão ele fica lá dentro, não só compreendem a noção de que o ar possui massa e, portanto, ocupa espaço, como conseguem apresentar uma prova.

Os registos dos alunos durante a atividade prática foram ao encontro dos objetivos propostos à exceção da Margarida que não completou o seu registo final, mas que tinha o registo dos procedimentos feito, todos demonstraram compreender que o ar ficou preso dentro do copo e que saiu formando bolhas de ar quando este foi inclinado.

Quando as concepções foram verificadas encontraram-se as seguintes ideias:

- *O ar ocupa espaço porque se enchermos um balão ele fica lá dentro (3);*

- *O ar ocupa espaço porque uma garrafa com ar não se consegue apertar até ao fim (1);*

- *O ar ocupa espaço porque é flexível (1);*

- *O ar ocupa espaço porque se rebentares um saco está ar lá dentro (1);*

- *Não, o ar não ocupa espaço (1)*

No gráfico 1 encontra-se uma evolução conceptual dos alunos nos questionários feitos 5 meses depois das atividades práticas serem realizadas,

os alunos, à exceção de um, sabiam que o ar ocupava espaço. Três alunos mudaram as suas concepções alternativas, outros três alunos mantiveram as suas ideias corretas, mas melhoraram a sua compreensão desta propriedade do ar apresentando outras características como a da flexibilidade. Um aluno manteve a sua concepção alternativa.

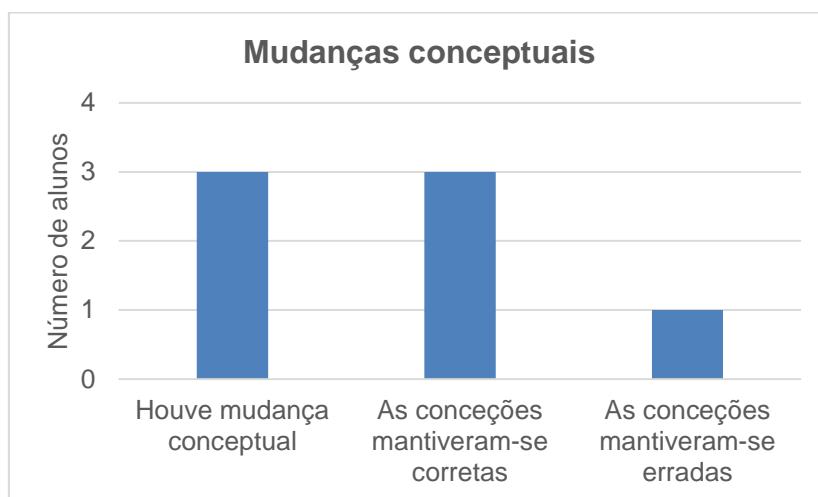


Gráfico 1 - As mudanças conceituais dos alunos sobre a existência de ar

Outro caso pertinente de analisar foi a mudança conceptual do aluno Carlos que inicialmente dizia que o ar não ocupava espaço e no questionário final afirmou, não só que o ar ocupa espaço, mas também que este possui a propriedade da flexibilidade. Repare-se aqui, que este aluno demonstra ter uma boa estruturação cognitiva sobre esta temática, não só considera a existência de ar como apresenta outra propriedade.

Analisando a evolução das concepções alternativas dos alunos podemos verificar que inicialmente haviam 4 alunos com concepções alternativas sobre o ar ocupar espaço e, cinco meses depois com uma intervenção de atividades práticas, apenas 1 aluno possuía uma concepção alternativa sobre o tema.

Desta forma podemos concluir que a implementação de atividades práticas teve um efeito de mudança conceptual na resposta à questão “o ar ocupa espaço?”. É importante referir que os alunos não só reconhecem que o ar ocupa espaço como dão exemplos de situações em que podemos comprovar isso, encher balões, apertar garrafas/balões/sacos até ao limite, etc.

Esta foi a primeira atividade realizada com a turma, por isso, foi-lhes dada menos liberdade na operação dos materiais, o protocolo tinha espaços de resposta em cada etapa e as perguntas eram diretas e de resposta afirmativa ou negativa.

4.2.2. Tarefa “Será que o tamanho do paraquedas influencia o tempo que demora a cair?”

No dia 23 de janeiro de 2015 realizou-se a atividade prática e experimental que pretendeu responder à questão problema “Será que o tamanho do paraquedas influencia o tempo que demora a cair?”, esta atividade é prática porque, como descrito na literatura, é toda e qualquer atividade em que os alunos se envolvam ativamente em vários domínios, e experimental porque envolve controlo de variáveis, o tamanho dos sacos dos paraquedas.

Nesta atividade os 26 alunos foram divididos em grupos de 5 e um de 6, cada grupo tinha uma mesa de trabalho onde foi colocado previamente o material necessário para a experiência, uma folha de protocolo para cada aluno e uma folha com a divisão de tarefas e a nomeação de um responsável de grupo. Este responsável tinha de certificar-se que as tarefas eram executadas no tempo estipulado.

O protocolo, como em todas as tarefas realizadas, inclui uma pergunta de previsão da experiência, a lista de material, o procedimento, o registo de observações e as conclusões.

O protocolo foi analisado com a turma, lido em voz alta, e, devido à especificidade desta experiência, foi abordada a questão do controlo de variáveis. Nesta atividade prática e experimental há controlo de variáveis. É importante discutir isso com os alunos explicando-lhes que para se obter um ensaio controlado não se poderá mudar mais nada na atividade a não ser o tamanho dos sacos, todas as outras variáveis terão de ser mantidas iguais para os dois paraquedas, o tamanho e tipo de saco, o comprimento e tipo de fios, os copos iguais, e a altura e o momento em que são lançados os paraquedas.

Depois disto, o procedimento (figura 4) organizou-se em duas fases, a construção do paraquedas e o lançamento que foi feito no final de quase todos os grupos construírem os seus paraquedas.

Procedimento:

1. Aperta o fundo de um dos sacos com o fio de arame (A).
2. Aperta o outro saco de forma a ficar com metade do comprimento do primeiro (A). Corta a parte que sobra.
3. Com a ajuda do teu professor, faz 4 furos na abertura dos sacos e nos copos de iogurte, à mesma distância (B e C).
4. Ata os fios em cada furo dos sacos e prende-os aos copos de iogurte (D).
6. Pede a um colega que largue, ao mesmo tempo e da mesma altura, os dois para-quedas. Regista a ordem pela qual os sacos chegam ao chão em três lançamentos.

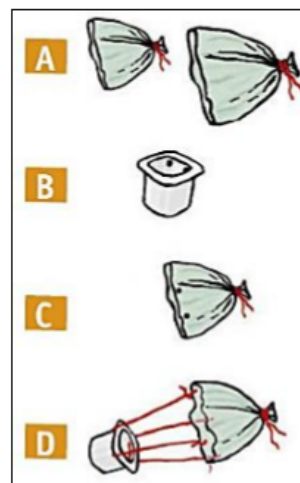


Figura 4 - Procedimento da tarefa “Será que o tamanho do paraquedas influencia o tempo que demora a cair?”

Os grupos foram experimentando largar os seus paraquedas, mas para que todos fizessem a mesma observação e o lançamento dos paraquedas fosse correto, eu coloquei-me em cima de uma cadeira com os dois paraquedas de um grupo e larguei-os ao mesmo tempo. Os alunos fizeram os seus registos numa tabela, figura 5, e tiraram as suas conclusões tentando responder à pergunta problema inicial.

Registo:			
	1.º Lançamento	2.º Lançamento	3.º Lançamento
Para-quedas grande			
Para-quedas pequeno			

Responde à pergunta inicial:

Figura 5 - Tabela de registo da queda dos paraquedas

De forma geral os alunos foram muito participativos nesta tarefa, mostraram-se interessados na construção dos paraquedas, apesar de alguns grupos não terem conseguido concluí-los, e nos lançamentos dos paraquedas,

alguns alunos usaram as expressões “vencedor” ou “vai ganhar” para descrever o paraquedas que chega primeiro ao chão.

As ideias dos alunos foram registadas em três fases, a primeira antes das atividades, a segunda durante esta atividade e a terceira, quatro meses depois da realização das atividades (quadro 4).

Quadro 4 - Concepções dos alunos na tarefa "Será que o tamanho do paraquedas influencia o tempo que demora a cair?"

Nomes Fictícios	Registo das Concepções prévias (2/12/2014)	Registo da atividade (23/01/2015)	Registo das concepções (29/05/2015)
Margarida	Eu acho que o paraquedas pequeno vai cair primeiro porque o paraquedas pequeno tem menos ar.	Sim, porque o pequeno apanha menos ar e cai primeiro, o grande demora mais tempo a cair porque tem mais ar.	Sim porque o paraquedas grande demora menos tempo a cair no chão e o paraquedas pequeno demora mais tempo a cair no chão.
Diogo	Eu acho que o menor vai ganhar (chegar 1.º ao chão) porque o grande tem mais ar.	Sim porque o grande tem mais ar do que o pequeno, e o pequeno tem menos ar no paraquedas.	Eu acho que o pequeno vai cair primeiro porque tem menos espaço no saco.
Martim	Não deve influenciar o paraquedas porque o maior só cai mais rápido porque é maior e assim é mais pesado. (peso)	Sim porque...	O tamanho do paraquedas influencia o tempo que demora a cair. Quanto maior o paraquedas maior resistência oferece na queda.
Carlos	Eu acho que vai cair ao mesmo tempo.	Faz porque o paraquedas pequeno apanha menos ar e o grande mais ar no saco.	Eu acho que o mais pequeno chega primeiro porque tem menos ar no saco.
Rodrigo	Eu acho que o que vai voar mais é o maior.	Sim porque o paraquedas pequeno cai mais rápido, o grande cai mais devagar, o mais pequeno cai mais rápido porque	Eu acho que o paraquedas maior vai voar mais tempo porque apanha mais ar.

		tem menos ar.	
Catarina	Eu acho que o maior vai voar porque entra mais ar. <i>Entrevista: O maior demora mais tempo no ar porque entra mais ar no balão (saco).</i>	Sim porque o paraquedas maior apanha mais ar e demora mais tempo a cair e o paraquedas pequenino apanha menos ar e por isso demora menos tempo a cair.	Eu acho que o mais pequeno vai cair mais rápido porque entra menos ar no saco e o grande demora mais porque tem mais ar no saco.
Beatriz	Eu acho que os paraquedas vão cair ao mesmo tempo porque o ar vai estar a empurrar.	Sim porque um é maior e demora mais tempo para o ar ocupar o paraquedas.	É o pequeno que cai primeiro do que o grande porque o maior demora mais a encher.

A 2 de dezembro de 2014 as ideias dos alunos à pergunta “Será que o tamanho do paraquedas influencia o tempo que demora a cair?” foram:

- *O paraquedas pequeno vai cair primeiro porque tem menos ar e o grande tem mais ar (3);*
- *O maior cai mais rápido porque é mais pesado (1);*
- *Vão cair ao mesmo tempo (2);*
- *O maior vai voar mais (1).*

Na identificação das concepções prévias verificaram-se que três alunos já possuíam uma estruturação mental bem elaborada sobre a queda de objetos com esta especificidade. Consideraram que o paraquedas pequeno vai cair primeiro porque tem menos ar ou porque o grande tem mais ar. Uns justificaram-se com o saco maior e outros com o pequeno. Um aluno possui a concepção errada de que os objetos mais pesados caem mais rápido, neste caso o peso dos paraquedas não variava porque a diferença de tamanho dos sacos não era suficiente para se evidenciar nos seus pesos, portanto, o aluno partiu do pressuposto que, o saco maior pesa mais e esse peso fá-lo cair mais depressa. Dois alunos, considerando que o peso dos paraquedas era igual, responderam que iriam cair no chão os dois ao mesmo tempo. Um último aluno considerou que o paraquedas maior iria voar mais, ou seja, durante mais

tempo, esta resposta não foi agrupada com a primeira porque não possui uma justificação.

Os registos dos alunos durante a atividade foram ao encontro dos objetivos programados, todos, à exceção de um. Reconheceram que o paraquedas com o saco maior demora mais tempo a cair porque o saco se enche com mais ar e o ar oferece resistência na queda. O único aluno que não completou a sua conclusão tinha os registos completos na sua folha de protocolo.

Quatro meses depois, quando a verificação das conceções foi realizada os alunos deram as respostas agrupadas da seguinte forma:

- *O paraquedas grande demora menos tempo a cair no chão e o paraquedas pequeno mais tempo (1);*
- *O paraquedas pequeno vai cair primeiro porque tem menos ar no saco e o paraquedas maior vai voar mais tempo porque apanha mais ar (5);*
- *O tamanho do paraquedas influencia o tempo que demora a cair, quanto maior o paraquedas maior resistência oferece na queda (1).*

À data da verificação de conceções uma aluna respondeu que o paraquedas grande demora menos tempo a cair no chão e o paraquedas pequeno mais tempo. Há duas possibilidades aqui, ou a aluna enganou-se ao escrever a resposta e queria dizer o contrário, é normal este tipo de erros devido à fraca capacidade de escrita dos alunos em frases mais longas o que faz com que se troquem palavras, ou efetivamente a aluna mudou a sua ideia correta para uma ideia errada, o que parece menos provável. Isto porque, no primeiro registo a aluna não só deu uma resposta correta como a justificou falando na quantidade de ar que fica em cada saco e voltou a apresentar esta ideia no registo da atividade. Desta forma, vamos desvalorizar esta resposta errada, apesar dela constar em todos os processos de análise de dados, por não termos a certeza da verdadeira conceção da aluna.

A maioria dos alunos (5) reconheceu que o paraquedas pequeno vai cair primeiro no chão porque tem menos ar no saco ou que o paraquedas maior vai demorar mais tempo a cair porque tem mais ar no saco. O último aluno, o Martim, deu a resposta cientificamente mais correta, dizendo que “o tamanho do paraquedas influencia o tempo que demora a cair e quanto maior o

paraquedas maior resistência oferece na queda”. Esta foi a explicação dada por mim no final da atividade e este foi o aluno que melhor obteve uma estruturação cognitiva sobre o tema permitindo-o perceber que durante a queda de um objeto o atrito com o ar resulta em uma força de resistência ao movimento de queda e que essa força depende da forma do objeto em movimento.

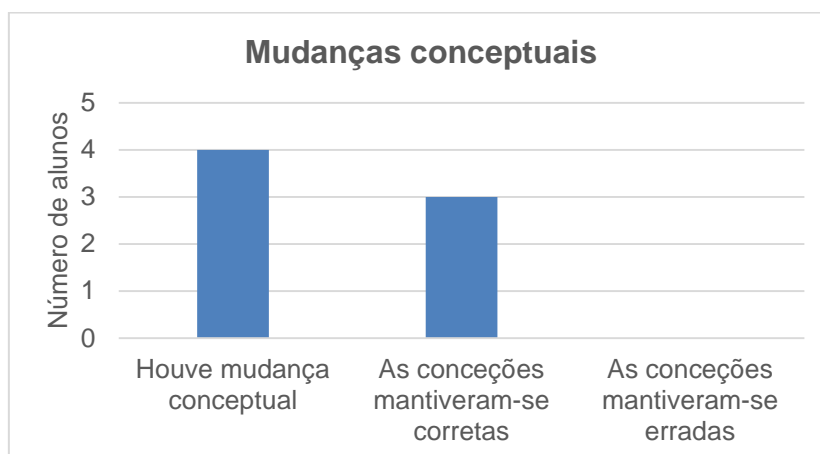


Gráfico 2 - As mudanças conceptuais na tarefa de queda de paraquedas

Como podemos verificar no gráfico 2, quatro alunos concretizaram mudanças conceptuais, um deles, como já foi referido mudou a sua conceptualização para uma ideia errada sobre a queda dos paraquedas, o que pode comprovar que a aluna, apesar de ter respondido corretamente no primeiro questionário ainda não possuía uma estrutura mental competente sobre esta temática. As concepções mantiveram-se corretas para três alunos que melhoraram as suas explicações do fenómeno da queda dos paraquedas. Nenhum aluno manteve as ideias alternativas no final do estudo, o que revela uma tarefa concluída com sucesso, com apenas uma aluna com uma resposta errada no último questionário.

De facto inicialmente existiam 3 concepções alternativas, depois das atividades havia apenas uma. Podemos fazer um balanço positivo sobre a evolução conceptual dos alunos com a implementação de atividades práticas, mesmo sem a existência de mudança conceptual, as respostas tornam-se mais bem estruturadas o que revela um maior conhecimento sobre o tema.

Sendo esta a segunda atividade realizada, foi dada mais liberdade e autonomia aos alunos para prepararem o material da experiência, e foi introduzida a utilização de tabelas como registo de dados e trabalharam em grupos. Foi uma nova metodologia de trabalho para estes alunos e, portanto, consideram-se que para além dos benefícios conceituais, verificaram-se avanços processuais e organizacionais.

A Queda de objetos

No seguimento da questão da queda de paraquedas achou-se pertinente fazer uma identificação das ideias dos alunos sobre a queda de objetos, a pergunta foi “Os objetos maiores caem mais depressa do que os pequenos?” (quadro 5). Pretendia-se saber de que forma as ideias sobre a queda de paraquedas iriam influenciar as ideias sobre quedas de outros objetos.

Esta questão estava nos questionários preenchidos pelos alunos antes e depois da realização de atividades sobre o tema das propriedades do ar. Para além da atividade foi mostrada uma curta-metragem animada¹ sobre as ideias defendidas por Galileu, e uma delas era a teoria de que o peso não influencia o tempo de queda dos corpos. No vídeo, Galileu fez uma demonstração com duas bolas de ferro que teriam pesos e tamanhos diferentes, a única variável que se mantinha era o formato esférico dos corpos. Foram lançadas ao mesmo tempo e caíram as duas ao mesmo tempo no chão. Depois do visionamento do vídeo fez-se uma discussão coletiva sobre esta ideia de Galileu.

Quadro 5 - Registo das concepções dos alunos sobre a queda de objetos

Nomes	Registo das Concepções prévias (2/12/2014)	Registo das concepções (29/05/2015)
Margarida	Sim porque tem mais peso.	Sim porque os maiores têm mais peso e caem primeiro.
Diogo	Os objetos maiores não caem mais depressa porque têm mais	Não, os maiores caem antes dos pequenos porque os pequenos são

¹ Vídeo acedido através do link: <https://www.youtube.com/watch?v=rxicbBpmbVc>

	ar e os pequenos [caem] mais rápido porque têm menos ar. (exemplo dos paraquedas)	mais leves.
Martim	Sim eles caem mais depressa porque são mais pesados e os pequenos são mais leves, então caem menos rápido.	Sim, os materiais maiores caem mais depressa do que os pequenos porque os materiais maiores são mais pesados, caem mais rápido.
Carlos	Sim os objetos grandes caem primeiro do que os pequenos.	Não porque o balão (saco do paraquedas) maior cai mais devagar e o mais pequeno cai mais depressa porque leva menos ar.
Rodrigo	Não. Os pequenos caem mais depressa porque ficam com menos ar por baixo.	Não porque os objetos maiores podem subir mais rápido mas demora mais tempo a descer.
Catarina	Sim os objetos maiores caem mais depressa porque são maiores e pesam mais, assim eles caem muito rápido.	Os objetos pequenos caem mais depressa.
Beatriz	Os objetos não fazem diferença.	Não porque o ar precisa de ter mais tempo a encher, por exemplo, o balão, o paraquedas...

No primeiro registo dos alunos verificaram-se as conceções (quadro 5) agrupadas da seguinte forma:

- *Os objetos maiores caem mais depressa porque têm mais peso (4);*
- *Os objetos maiores não caem mais depressa porque têm mais ar e os pequenos caem mais rápido porque têm menos ar (exemplo dos paraquedas) (2);*
- *Os objetos não fazem diferença (1).*

Como podemos verificar, a maioria dos alunos deste grupo considerou inicialmente que os objetos caem mais depressa devido ao peso que possuem, dois alunos recorreram à imagem do *concept cartoon* e usaram o caso dos paraquedas como exemplo para dizer que os objetos maiores não caem mais depressa porque têm mais ar e os pequenos caem mais rápido porque têm menos ar por baixo. Uma última aluna considerou que o tamanho dos objetos não faz diferença no seu tempo de queda.

Depois das experiências sobre o ar, na fase de verificação das concepções registaram-se as seguintes ideias dos alunos nas respostas à pergunta “Os objetos maiores caem mais depressa do que os primeiros?”:

- Os maiores têm mais peso e caem primeiro (3);
- Não, porque o balão maior cai mais devagar porque leva mais ar (3);
- Os objetos pequenos caem mais depressa (1).

Na fase de verificação das concepções três alunos continuaram a acreditar que os objetos maiores caem primeiro porque têm mais peso, três alunos recorrendo ao exemplo do paraquedas dizem que o balão maior cai mais devagar porque leva mais ar e uma última aluna, a Catarina, considerou que os objetos pequenos caem mais depressa.

Esta última concepção é pertinente de analisar porque ocorreu uma mudança conceptual em que uma aluna passou de uma concepção alternativa para outra diferente com uma explicação lógica. Para esta aluna inicialmente considerava-se que os objetos maiores caíam mais depressa, com as atividades práticas ela percebeu que esta ideia estava incorreta e, portanto, concluiu que eram os objetos pequenos que caíam mais depressa, tal como acontece com os paraquedas. Mas, não considerou a forma dos objetos porque na experiência anterior os objetos tinham o mesmo formato e o mesmo peso, só se alterava o tamanho dos sacos. Portanto, esta aluna, substituiu uma concepção alternativa por outra igualmente alternativa.

Outro caso interessante de apresentar é o de um aluno, o Diogo, que no primeiro questionário usou a imagem do *concept cartoon* para se justificar dizendo que “os objetos maiores não caem mais depressa porque têm mais ar e os pequenos [caem] mais rápido porque têm menos ar”, no último questionário mudou a sua concepção dizendo que “os maiores caem antes dos pequenos porque os pequenos são mais leves”. Este aluno, obviamente, não tinha uma boa estruturação do conhecimento sobre queda de objetos, por isso respondeu acertadamente na primeira pergunta e não foi questionado porque estava correto, mais tarde revelou que afinal tinha uma estruturação cognitiva errada sobre este tema e acabou por dar uma resposta errada.

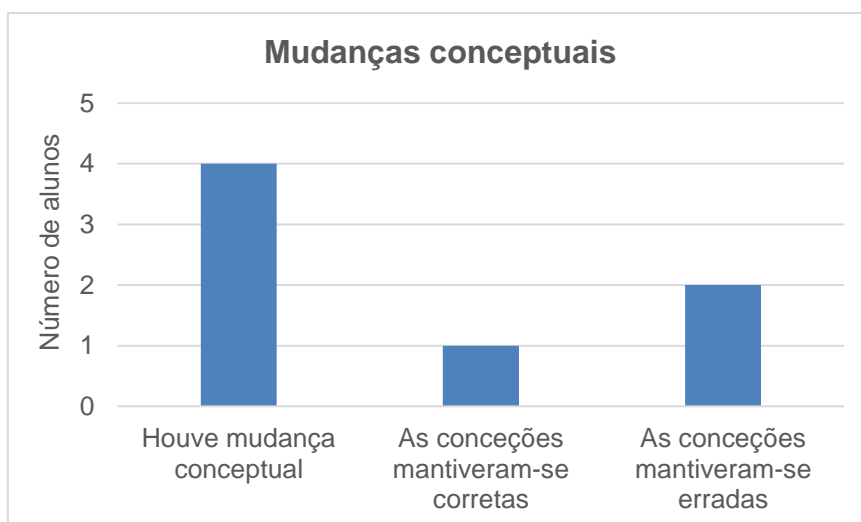


Gráfico 3 - As mudanças conceituais sobre a queda de objetos

Como se pode verificar no gráfico 3, no tema da queda de objetos houve quatro mudanças conceituais, uma passou de uma ideia correta para uma incorreta, outra substituiu uma concepção alternativa por uma igualmente alternativa e as duas últimas tinham ideias erradas sobre o tema e conseguiram alcançar conhecimentos com ideias cientificamente aceites. Dois alunos mantiveram as suas concepções alternativas. Como vimos na literatura, uma das suas características é a sua resistência ao ensino formal. Estes alunos precisariam de mais experiências sobre o tema para alcançar a mudança conceptual. Um último aluno manteve a sua concepção correta com a implementação de atividades.

No final da intervenção pedagógica este grupo continuou com apenas menos uma concepção alternativa do que inicialmente. Apesar de terem existido mudanças conceituais não foram todas mudanças para concepções cientificamente aceites.

Esta análise reflete a falta de mais atividades onde se pudesse verificar a queda de objetos com diferentes tamanhos e pesos para que os alunos pudessem alcançar conhecimentos mais desenvolvidos sobre o tema.

4.2.3. Tarefa “Consegues encher um balão sem soprar?”

Esta tarefa realizou-se dia 12 de fevereiro de 2015 e os seus objetivos programáticos foram a realização de experiências com ar, o reconhecimento da existência de ar e a experimentação do comportamento de objetos em presença de ar quente e ar frio, pertence aos conteúdos de ensino das propriedades do ar quente e frio.

Sendo esta a terceira atividade realizada pela turma decidiu-se propor aos alunos que preenchessem as informações que faltavam no protocolo da tarefa, a lista de material, para que começassem a participar no planeamento do protocolo. Martins e colaboradores (2007) referem que o grau de abertura de uma investigação pode variar consoante os objetivos de aprendizagem, o que, naturalmente, também depende do desenvolvimento cognitivo dos alunos e o seu grau de autonomia.

Para registar o material necessário tiveram obrigatoriamente de ler o procedimento (figura 6) e descobrir o que precisavam para a realização da experiência.

Procedimento:

1. Coloca a garrafa de vidro, destapada, no congelador durante 1 a 2 horas.
2. Retira a garrafa do congelador e coloca logo o balão no gargalo.
3. Espera 15 minutos, observa o que acontece e regista.
4. Pede ao professor para aquecer cerca de 1 litro de água na chaleira e deitá-la no recipiente de plástico.
5. Coloca a garrafa com o balão dentro do recipiente com água quente e verifica o que acontece.
6. Regista na tabela o que observaste.

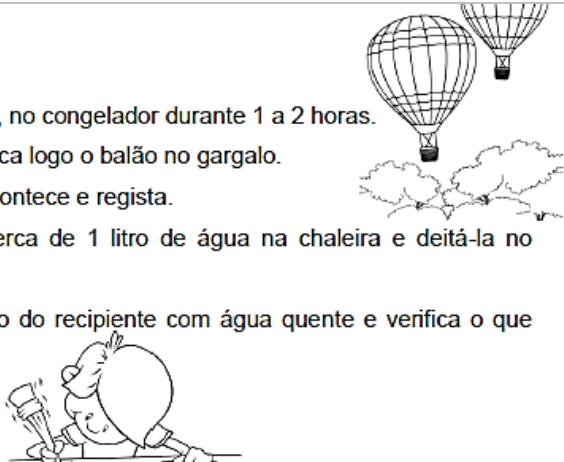


Figura 6 - Procedimento do protocolo da tarefa "Será que consegues encher um balão sem soprar?"

Devido à especificidade desta experiência os materiais foram manipulados por mim e os alunos observaram os fenómenos, esta metodologia

foi decidida para a organização ser mais simples, isto porque, não havia congelador na sala e a garrafa teve de ficar no congelador de outra sala. Não seria prático levar a turma pelos corredores da escola e o balão tinha de ser colocado no gargalo da garrafa o mais rapidamente possível, por isso, por questões práticas, eu fui buscar a garrafa ao congelador e rapidamente cheguei à sala e coloquei o balão no gargalo à frente dos alunos. A turma tinha uma tabela para registar as suas observações, teriam de desenhar o tamanho do balão nas três fases de alteração da temperatura do ar.

Depois do registo feito, foram discutidas as últimas questões coletivamente, “O que acontece ao balão ao longo da experiência? Porquê?” e “O que acontecerá quando a garrafa voltar a arrefecer?”. Os alunos sugeriram algumas explicações, fez-se um debate com uma chuva de ideias e para concluir construiu-se uma resposta coletiva que todos registaram na sua folha de protocolo. A resposta construída coletivamente foi a seguinte: “O tamanho do balão aumentou. Porque o ar dentro da garrafa foi aquecido durante a experiência. O ar quente dilata e ocupa mais espaço. Quando a garrafa arrefecer o tamanho do balão vai diminuir porque o ar vai voltar a contrair”.

O que se pretendeu que os alunos percebessem é que a variação da temperatura influenciou o ar que se encontrava dentro do balão. O aquecimento provocou um aumento da velocidade média das partículas de ar, o que fez com que essas partículas chocassem com maior frequência entre elas e contra as paredes do recipiente (garrafa). Assim, a pressão do ar dentro da garrafa aumentou. Se a temperatura voltasse a baixar, o ar voltava ao volume inicial, se a temperatura baixasse mais do que o seu valor inicial, o ar contraía mais e, por isso, o balão entraria na garrafa.

Alertou-se os alunos para o facto de o aumento de volume do balão não corresponder a um aumento da quantidade de ar no seu interior. A quantidade de ar não variou, apenas aumentou o volume por ele ocupado (a sua densidade diminuiu).

Tal como nas outras atividades, identificaram-se as ideias dos alunos antes das experiências, em dezembro, o registo durante a experiência que se divide entre as observações e as conclusões e a verificação das conceções meses mais tarde.

Quadro 6 - Registo das ideias dos alunos sobre a tarefa "Será que consegues encher um balão sem soprar?"

Nomes Fictícios	Registo das Concepções prévias (2/12/2014)	Registo das concepções (29/05/2015)
Margarida	Eu acho impossível porque os balões não se conseguem encher sem ar.	Não é possível encher um balão sem soprar porque se tu deixares um balão ao sol ele rebenta.
Diogo	Eu acho que não dá para ficar maior. <i>Entrevista: É impossível encher um balão sem soprar</i>	Não é possível porque o balão estava fechado então era impossível entrar o ar no balão.
Martim	É possível porque um carro tem ar e enche o balão	Eu acho que é impossível porque se no carro, na floresta, numa sala... ninguém sopra como é que enche?
Carlos	Eu acho que encheu sozinho. <i>Entrevista: Por causa do sol, do calor.</i>	Sim. Porque o sol é muito forte e então o balão fica maior. <i>Entrevista: é o calor do sol e do carro [que enche o balão] porque quando nós fizemos a experiência de pormos ali na água quente ou fria ele encheu sozinho, e eu acho que ele com o quente do carro encheu.</i>
Rodrigo	É impossível encher o balão sem a boca...só com a boca é capaz de encher um balão.	Não porque é impossível.
Catarina	Eu acho que sim é possível, porque se deixares o balão preso no carro entra ar lá para dentro.	Sim é possível porque se tu puseres a boca do balão ao sol ele enche.
Beatriz	Eu acho que sim porque o ar enche o balão.	Sim porque o ar quente encheu o balão.

Antes das atividades as ideias dos alunos respondendo à questão “É possível encher um balão sem o soprar?” foram agrupadas da seguinte forma:

- Eu acho impossível porque os balões não se conseguem encher sem ar (1);
- É impossível encher um balão sem soprar (2);
- É possível porque um carro tem ar e enche o balão (3);
- Encheu sozinho por causa do sol/calor (1);

Três alunos consideraram que é possível encher um balão sem soprar mas as suas justificações estão incorretas, consideram que o ar que está dentro do carro vai encher o balão, que vai entrar ar dentro do balão e assim aumentar o seu volume, dois alunos consideraram que é impossível encher um balão sem soprar, um aluno respondeu que é impossível encher um balão sem soprar porque os balões não se conseguem encher sem ar, por fim, a única resposta que se considerou correta foi a do Carlos que diz que o balão encheu sozinho por causa do sol e do calor.

O registo dos alunos foi feito através de desenho por ser mais fácil nesta idade o registo gráfico do que a escrita. Tinham de desenhar três fases da experiência, o estado do balão quando colocado na garrafa à saída do congelador, o estado do balão passado algum tempo e o estado do balão algum tempo depois de a garrafa estar em água quente. As imagens foram legendadas, a garrafa com a letra “g” e o balão com a letra “b” (figura 7).

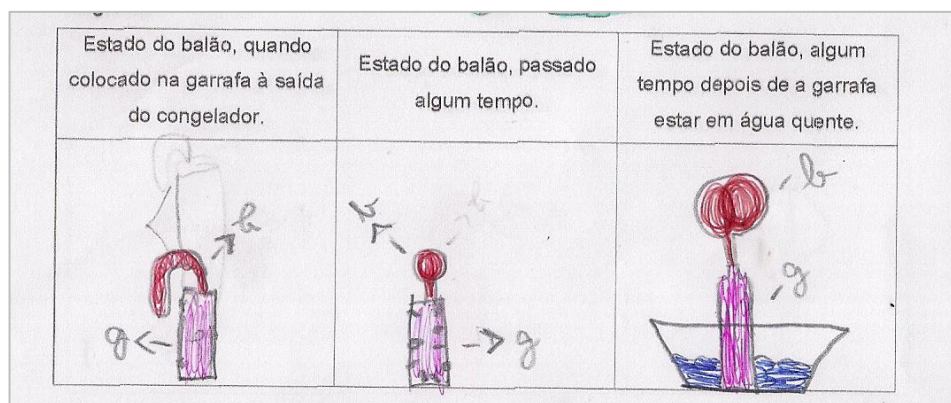


Figura 7 - Registo da atividade com ar quente

Quando a verificação das conceções foi feita três meses depois da atividade as ideias dos alunos eram as seguintes:

- Não é possível encher um balão sem soprar (4);

- É possível porque o calor do sol aquece o carro e faz encher o balão (3).

Na fase de verificação das concepções notaram-se alterações nas ideias dos alunos, quatro continuaram a considerar que não é possível encher um balão sem soprar, esta ideia está bem enraizada nestes alunos e teria de se continuar a demonstrar que esta ideia não está correta até eles próprios a desconsiderarem, os restantes três alunos consideraram que é possível encher um balão sem soprar porque o calor do sol aquece o carro e faz encher o balão. Pode ainda, considerar-se, a complexidade do tema para a faixa etária destes alunos, é expectável que não compreendam a cinética de partículas, pretendia-se que percebessem apenas que a temperatura provoca reações no ar, seria uma resposta aceitável.

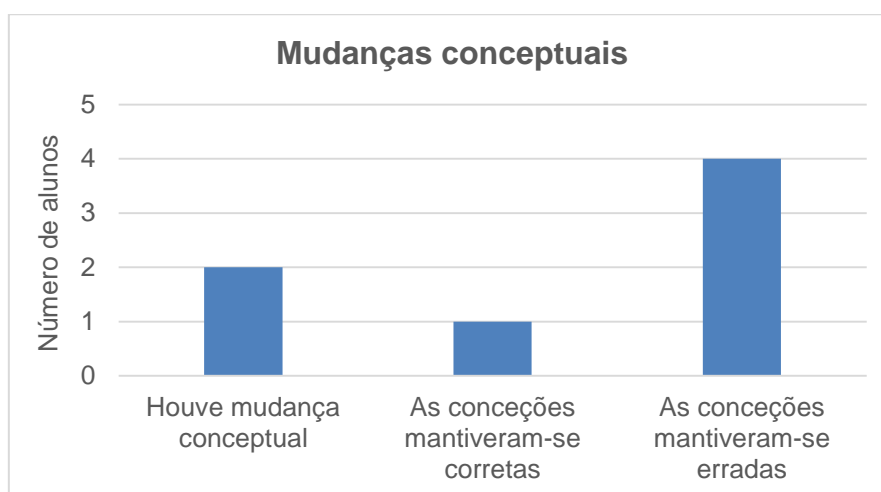


Gráfico 4 - As mudanças conceptuais na atividade "consegues encher um balão sem soprar?"

Como podemos verificar no gráfico 4, apenas dois alunos concretizaram uma mudança conceptual, um aluno manteve as suas concepções corretas e quatro alunos mantiveram as suas concepções alternativas. O tema dos balões com ar quente foi mais complexo para a turma e isso reflete-se nas ideias que se mantiveram alternativas e resistentes à mudança. É complexo explicar a alunos de 7 anos que o ar quente tem manifestações diferentes em relação ao

ar frio e que é possível encher um balão sem que alguém sopre, mesmo que eles tenham feito essa observação na experiência realizada e tenham demonstrado perceber o fenómeno na altura. Mais tarde, confrontados com a mesma questão, voltam à ideia inicial de que é impossível encher um balão sem soprar, é um conhecimento do senso comum. Seria necessário continuar a fazer atividades para que os alunos abandonem as suas ideias alternativas e consigam reestruturar o seu pensamento sobre o tema em estudo.

Apenas dois alunos, dos sete em estudo, alcançou a mudança conceptual. Este resultado, não tão favorável como os anteriores, prende-se à complexidade do tema em estudo, à data da realização da atividade os alunos demonstraram saber que o ar quente tem propriedades diferentes do ar frio, mas esse conhecimento foi temporário e as conceções alternativas mantiveram-se, como verificámos na literatura, elas têm uma boa estruturação mental e são resistentes à mudança. Precisaríamos de mais tempo para ajudar estes alunos a reestruturar as suas ideias e, mesmo assim, poderíamos não obter sucesso se estas conceções estivessem muito bem estruturadas e com um sentido lógico.

A compressão e a temperatura do ar

No seguimento da atividade sobre as propriedades do ar quente e mudanças de pressão achou-se pertinente analisar as ideias dos alunos sobre a compressão de ar e as diferenças entre o ar quente e o ar frio, pretendia-se saber de que forma as atividades práticas tinham influenciado as ideias dos alunos sobre estas questões.

Nos questionários entregues aos alunos em dezembro de 2014 e maio de 2015 estavam as perguntas “O ar pode ser comprimido? Há diferenças entre o ar quente e o ar frio?”, os registos apresentam-se no quadro 7. Lembra-se que antes da identificação das conceções prévias fizeram-se pequenas experiências e uma delas incidia precisamente sobre a compressão do ar dentro de uma seringa.

Quadro 7 - Registo das concepções dos alunos sobre a compressibilidade e temperatura do ar

Nomes Fictícios	Registo das Concepções prévias (2/12/2014)	Registo das concepções (29/05/2015)
Margarida	O balão tem ar quente. Entrevista: <i>Não pode ser comprimido. Sim o ar quente é quente.</i> (temperatura)	Sim [pode ser comprimido]. É a temperatura que muda, porque um é quente e outro é frio. (temperatura)
Diogo	O ar pode ser comprimido, há diferenças entre o ar quente e o ar frio porque um quente e um é frio. (temperatura)	Sim porque se empurrarmos a seringa sai ar. Sim o ar frio e o ar quente são diferentes. (temperatura)
Martim	O ar não pode ser apertado porque nós sentimos, nós não comprimimos. Entrevista: <i>Sim. Se o ar estive frio tens frio, a diferença é a temperatura.</i>	Sim, o ar quente faz com que as coisas subam. (diferenças de pressão)
Carlos	Sim, o ar é comprimido. Sim o ar quente ferve, o ar frio é gelado.	Sim, o ar pode ser comprimido. Há diferenças entre o ar frio e o ar quente. Entrevista: <i>[a diferença] é a temperatura e também há mais uma coisa, porque o ar quente faz os balões encherem sozinhos e o ar frio não, é como os balões de ar quente que enchem com o fogo.</i>
Rodrigo	Não. O ar quente é quando está sol e o frio é quando há frio. (Temperatura)	Sim o ar pode ser comprimido, e há diferenças entre o ar quente e o ar frio porque o ar quente aquece e o ar frio arrefece. (temperatura)
Catarina	Não, o ar não pode ser comprimido, porque o ar não se vê, porque ele é transparente.	Sim pode ser comprimido porque o ar quente rebenta mais depressa. (mais pressão)
Beatriz	O ar não faz diferença. Porque o quente parece	Não pode ser comprimido. Sim, o ar quente é quente e o frio é frio.

	aquecedor e o frio parece gelo.	(Temperatura)
--	---------------------------------	---------------

Quando a identificação de concepções foi realizada os alunos possuíam as seguintes ideias respondendo às questões “o ar pode ser comprimido?” e “Há diferenças entre o ar quente e o ar frio?” (quadro 7):

- Não pode ser comprimido (5);
- O ar pode ser comprimido (2);
- A diferença entre ar quente e ar frio é a temperatura (7).

Neste ponto as ideias dos alunos são analisadas em separado e, por isso, existirão 14 registos nesta análise, sete registos para um tema e outros sete para outro tema, cada aluno possuirá dois registos, um para as características do ar a diferentes temperaturas e outro para a compressibilidade do ar.

No quadro 7 podemos verificar que, quando as concepções prévias foram levantadas, todos os sete alunos consideravam que a única diferença entre ar quente e ar frio era a temperatura. Relativamente à compressibilidade do ar, cinco alunos consideraram não ser possível e apenas dois disseram que podia ser comprimido.

Cinco meses depois, quando a verificação das concepções dos alunos foi feita, às mesmas questões os alunos responderam:

- O ar não pode ser comprimido (2);
- O ar pode ser comprimido (5);
- A diferença entre o ar quente e o ar frio é a temperatura (4);
- O ar quente tem mais pressão (3).

Analisando as primeiras e as últimas concepções houve diferenças evidentes. Relativamente à compressibilidade do ar, cinco alunos consideram agora que é compressível, e apenas dois acham que não. Quatro alunos continuam a defender que a diferença entre ar quente e ar frio é a temperatura, mas três alunos consideram que o ar quente tem mais pressão do que o ar frio e por isso enche os balões, faz com que as coisas subam e rebenta mais depressa (registos dos alunos).

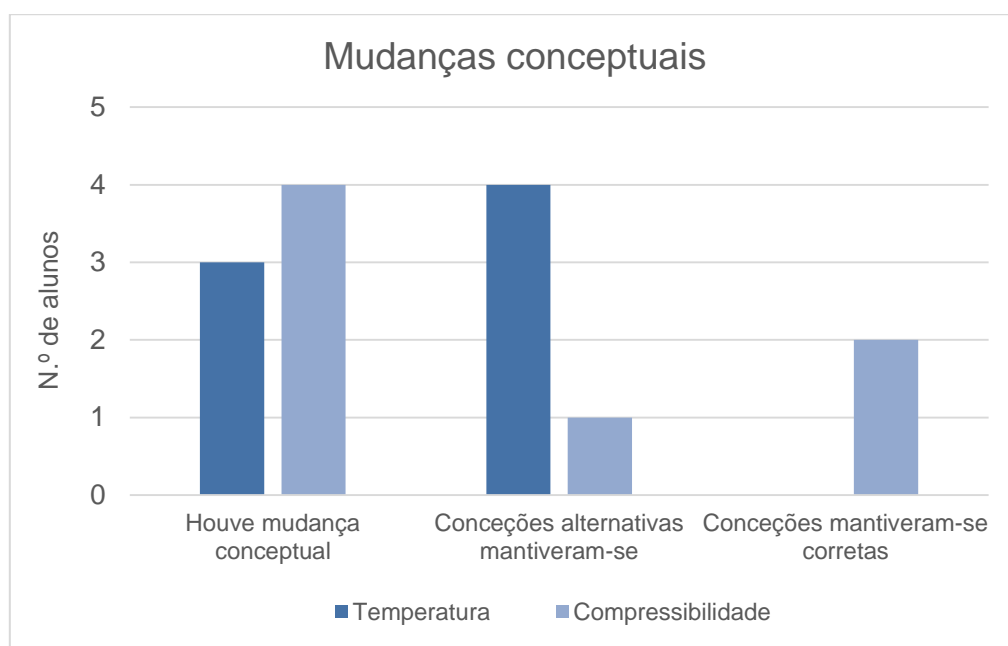


Gráfico 5 - Mudanças conceituais dos alunos sobre o tema compressibilidade do ar

No gráfico 5 podemos analisar as mudanças conceituais dos alunos sobre o tema da compressibilidade do ar. Relativamente à concepção de que a temperatura do ar altera as suas propriedades, três alunos concretizaram mudanças conceituais e quatro alunos mantiveram as suas concepções alternativas, continuaram a responder que a diferença entre o ar quente e o ar frio é apenas a temperatura, esta era uma ideia muito bem estruturada no sistema cognitivo destes alunos e por isso a mudança conceptual não se concretizou. Na compressibilidade do ar os resultados são um pouco diferentes, quatro alunos concretizaram uma mudança conceptual e apenas um aluno manteve a sua concepção alternativa. Este tema teve uma maior compreensão por parte dos alunos, talvez por ser mais simples verificarem que realmente o ar pode ocupar mais ou menos espaço, como no caso do enchimento do balão com ar quente ou a compressibilidade com a seringa, é algo que é verificável e facilmente desconstrói as suas concepções alternativas. No caso das propriedades do ar quente, é algo mais abstrato que exige um maior esforço cognitivo para compreender, o que se observou foi o balão a aumentar e diminuir de tamanho, seria necessário realizar mais experiências

para se verificar que é efetivamente a temperatura do ar que promove esses fenómenos.

O número de concepções alternativas reduziu em ambos os temas, relativamente às propriedades do ar quente passaram de sete para quatro concepções e no tema da compressibilidade do ar evoluíram de cinco para apenas uma. Podemos assim concluir que as atividades práticas tiveram um efeito de mudanças conceptuais nestes temas, mesmo que na questão “é possível encher um balão sem soprar?”, os dados não sejam tão expressivos desta evolução.

4.2.4. As mudanças conceptuais

Para concluir este capítulo analítico e interpretativo considerou-se pertinente fazer uma análise global dos efeitos que o ensino das ciências através de atividades práticas teve nas concepções dos alunos durante os curtos meses de intervenção. Apesar de se ter analisado todas as tarefas individualmente sobre os temas abordados nas intervenções pedagógicas, parece-nos interessante verificar o impacto que esta metodologia de ensino teve neste grupo de alunos da turma de uma perspectiva mais global.

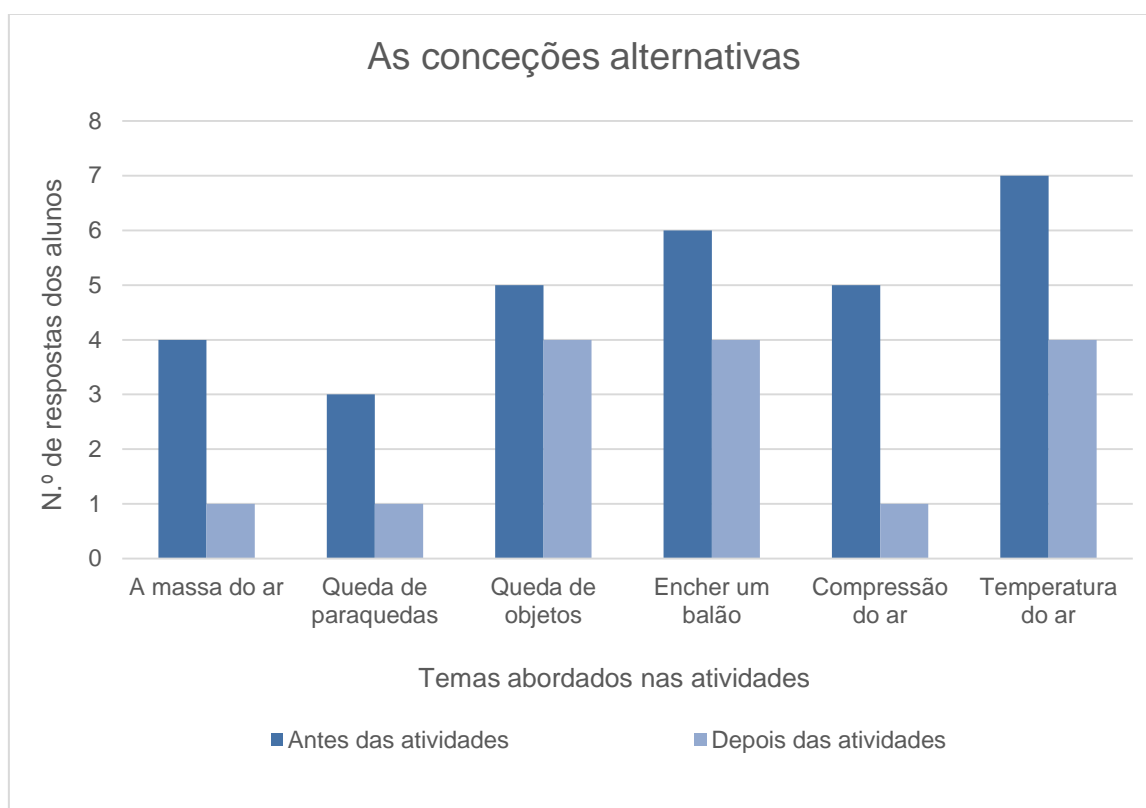


Gráfico 6 - As mudanças conceptuais ao longo deste estudo

O gráfico 6 mostra uma acentuada descida do número de concepções alternativas que os alunos possuíam. Esta alteração é mais evidente nos temas da massa do ar, da compressão do ar e das propriedades do ar a diferentes temperaturas, estes dois últimos temas possuíam o maior número de concepções alternativas inicialmente, o que se reflete na fase final no maior número de mudanças no sentido do conceito científico correto.

Por outro lado, os temas com menos mudanças das ideias dos alunos foram o da queda dos paraquedas, a queda de objetos e o enchimento de um balão sem soprar. Estas foram as concepções mais resistentes à mudança e aquelas sobre as quais os alunos já possuíam ideias mais bem estabelecidas e mais coerentes, como o peso dos objetos influenciar o tempo que demoram a cair e a impossibilidade de encher um balão sem soprar, são ideias do senso comum e, por isso, mais difíceis de alterar. Um exemplo de resistência conceptual é o aluno Rodrigo que disse em ambos os questionários que o ar não ocupava espaço, esta concepção foi resistente às três atividades que fazem parte deste estudo.

O número de respostas que se revelam concepções alternativas nas cinco questões utilizadas reduziu para metade, de trinta passaram para quinze. Estes dados são bem expressivos dos benefícios de um ensino das ciências com recurso a trabalho prático, das mudanças positivas de aprendizagem que ocorreram nos alunos.

Este percurso de intervenção, para além das vantagens conceptuais, teve também efeitos no comportamento dos alunos. Inicialmente tinham receio de responder às perguntas que eram feitas, tinham medo do erro e procuravam sempre “a resposta certa”, não consideravam a possibilidade de haverem múltiplas respostas corretas, múltiplas explicações ou possibilidades de investigação.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este último capítulo é uma reflexão final sobre este projeto, sobre as etapas que o concretizaram, as dificuldades, as aprendizagens, os fundamentos essenciais que o guiaram e os resultados frutíferos que dele nasceram. Este projeto nasceu da necessidade de valorizar o ensino das ciências nos primeiros anos de escolaridade, de propor um olhar reflexivo sobre esse ensino que tem sido pouco desenvolvido em Portugal, de mostrar essencialmente que é possível e necessário praticar um ensino construtivista das ciências nas salas de aula desde o primeiro ano de escolaridade e até antes do ensino formal.

A pergunta que guiou este estudo foi “De que modo o desenvolvimento de atividades práticas no ensino das Ciências em sala de aula promove mudanças conceptuais nos alunos?”. Pretendia-se saber de que forma as ideias dos alunos são influenciadas por um ensino prático das ciências. A intervenção foi realizada numa turma de 2.º ano do 1.º Ciclo e o grupo selecionado para o estudo conta com sete alunos selecionados de forma aleatória considerando a heterogeneidade de género e a participação em todos os momentos de intervenção.

Sá (2007) defende que as atividades científicas não abrangem apenas os conteúdos científicos, são também contextos privilegiados para o desenvolvimento da comunicação oral e escrita através dos debates, dos registos escritos, das negociações de soluções em que os alunos têm de explicar porque as suas hipóteses são melhores do que as dos colegas, tal como da matemática com a organização dos dados que recolhem, a utilização de tabelas, a medição, etc.. O autor acrescenta ainda que a comunicação é especialmente “estimulada quando a criança sente o impulso de exprimir vivências significativas para si, como podem ser as actividades de Ciências” (p. 29), e que, vários professores têm verificado que as crianças habitualmente mais caladas e/ou desinteressadas mostram-se mais vivas e comunicativas nas atividades de Ciências.

As atividades práticas utilizadas neste estudo foram pensadas respeitando as características da turma, tinham de ser desafiantes, mas não

demasiado exigentes ao ponto dos alunos se desinteressarem por serem temas muitos complexos para a sua capacidade de compreensão, procurou-se criar atividades práticas que se aproximassem do trabalho experimental, duas delas já possuíam controlo de variáveis. Os primeiros dois anos do ensino formal levantam desafios, como a introdução de uma metodologia de trabalho diferente da utilizada maioritariamente pelos professores, neste caso, com esta turma, introduziu-se um modelo prático e reflexivo num ambiente maioritariamente transmissivo, outro desafio é a fraca capacidade de leitura e de escrita que os alunos possuem, o que dificulta a interpretação das questões como também os registos das suas ideias.

Este projeto foi muito desafiante, apresentou diversas dificuldades de gestão do trabalho dos grupos, muitos alunos tinham pouca autonomia, ficavam à espera do adulto para fazer, para escrever, para debater, mas a evolução também foi muito expressiva, os alunos tornaram-se gradualmente mais autónomos e participativos. Eles próprios levantavam questões sobre determinados fenómenos e apresentavam hipóteses de explicações para elas.

A primeira atividade prática sobre a massa do ar promoveu três mudanças conceptuais nos alunos, a segunda atividade sobre a queda de paraquedas promoveu três mudanças conceptuais e influenciou as ideias que os alunos possuíam sobre a relação entre o peso e a velocidade da queda de objetos concretizando mais quatro mudanças conceptuais. Na última atividade, sobre o enchimento de um balão, apenas dois alunos mudaram as suas conceções, no entanto, respondendo às perguntas sobre compressibilidade e temperatura do ar proporcionaram-se quatro mudanças conceptuais na primeira e três na segunda.

Na primeira recolha de dados, em dezembro de 2014, os sete alunos possuíam trinta ideias alternativas relativas às cinco questões que foram levantadas sobre propriedades do ar e manifestações de objetos em contacto com ar, em maio de 2015, cinco meses depois, os alunos possuíam metade dessas conceções, apenas 15. Houve uma redução de 50% de conceções alternativas nestes sete alunos, foi um resultado muito positivo que seria ainda melhor se esta abordagem construtivista fosse contínua e sistemática e não apenas pontual como no caso deste estudo.

Relativamente aos efeitos deste ensino das ciências nas concepções dos alunos, pode-se verificar que existiram mudanças conceptuais em todas as questões apresentadas aos alunos. Claramente que existem questões mais suscetíveis de mudança conceptual porque as ideias não estão tão bem estruturadas no sistema cognitivo dos alunos, pode-se dizer que não estão tão enraizadas e, por isso, é mais fácil os alunos mudarem-nas. Como vimos na literatura, as ideias mais bem estruturadas no sistema cognitivo das crianças são as mais difíceis de alterar, como os objetos maiores caírem mais depressa ou ser impossível encher um balão sem soprar.

Sá (2007) caracteriza as concepções alternativas como maioritariamente diferentes das ideias científicas formais, permitem maior significado às experiências pessoais das crianças, não são facilmente corrigíveis pelo ensino formal, revelam-se muito resistentes à mudança porque se encontram profundamente impregnadas na estrutura mental da criança. Desta forma se justifica que muitas ideias não se tenham modificado, que alguns alunos tenham substituído uma ideia alternativa por outra, que alguns, apesar de responderem acertadamente inicialmente, mais tarde erram porque não têm uma ideia bem estruturada sobre o tema em questão. A função do ensino através do trabalho prático é ajudar os alunos a verificarem por si mesmos que as ideias que possuem não estão corretas. Dizer a um aluno que o ar ocupa espaço sem permitir que o aluno verifique por si mesmo é proporcionar uma aprendizagem de memorização. O aluno sabe porque ouviu, provavelmente vai esquecer esta informação mais tarde ou não vai saber reutilizá-la porque não se apropriou desse conhecimento.

Uma dificuldade sentida foi a recolha das ideias dos alunos que por vezes são pouco claras e/ou apresentam ambiguidades, e frequentemente existe alguma dificuldade dos alunos em explicar o que pensam. Era feita uma pergunta e eles respondiam outra coisa, fugindo ao que era perguntado. Um aspeto que dificultou a recolha dos dados foi o grupo de estudo não ter sido selecionado desde o início do projeto. Recolheram-se as respostas às questões de toda a turma, entrevistaram-se vários alunos, mas num grupo de 26 crianças tornou-se difícil aprofundar a recolha sobre as suas ideias. Por isso, mais tarde, na análise de dados dos sete alunos selecionados, sentiu-se dificuldades porque algumas questões poderiam ter sido mais exploradas com

estes sete alunos para ser mais perceptível o seu pensamento, através de mais entrevistas e/ou de gravações das suas intervenções nos momentos de discussão.

Devido à mudança no comportamento dos alunos relativamente à sua participação nas atividades da sala de aula, a primeira recolha de conceções foi a mais demorada e a mais difícil de fazer, isto porque os alunos não queriam dar “respostas erradas”, ficavam à espera que se dissessem algumas ideias para eles escreverem. Foi necessário explicar que o questionário não era um teste, que não ia ser corrigido e só pretendíamos saber o que pensavam sobre o assunto, não haviam respostas certas nem erradas. No último questionário os alunos estavam mais bem preparados para apresentar as suas ideias.

Como profissional este estudo influenciou a minha perspetiva do ensino das Ciências, foi uma aprendizagem que não terminou aqui, mas que terá continuidade nas minhas futuras práticas pedagógicas, procurando alcançar um ensino cada vez mais construtivista e reflexivo. É pela reflexão que se melhoram e estruturam as práticas pedagógicas, sejam elas em que área do conhecimento for.

Este estudo teve algumas limitações, a primeira foi a questão do tempo, que, apesar da flexibilidade da professora cooperante, teve de ser limitado porque as outras áreas curriculares tinham mais horas de estudo do que a de Estudo do Meio. Outra limitação foi a minha dificuldade em gerir o meu papel de estagiária e de investigadora, se por um lado a minha preocupação principal era proporcionar aprendizagens aos alunos, por outro lado tinha de me preocupar com a recolha de dados, que sofreu com esta divisão de papéis. Outra limitação foi a implementação de uma metodologia de trabalho nova na sala de aula, trabalhar em grupo foi algo que se iniciou com as atividades deste estudo e que dificultou a minha observação do desenvolvimento do trabalho dos alunos. Uma última limitação foi a complexidade de alguns conceitos estudados com os alunos, o que dificulta as suas aprendizagens.

Referências bibliográficas

- Afonso, M. M. (2008). *A educação científica no 1.º ciclo do Ensino Básico. Das teorias às práticas*. Porto: Porto Editora.
- Afonso, N. (2005). *A investigação naturalista em Educação: um guia prático e crítico*. Porto: Asa.
- Almeida, A. M. (1995). *Trabalho Experimental na Educação em Ciência: Epistemologia, Representações e Práticas dos Professores*. Lisboa: Universidade Nova.
- Almeida, J. F. (1990). Técnicas de investigação. Em *A investigação nas ciências sociais* (4.ª ed., pp. 92-123). Lisboa: Presença.
- Bogdan, R., & Biklen, S. (1994). *Investigação qualitativa em educação - uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora.
- Cachapuz. (1999). Epistemologia e ensino das Ciências no pós-mudança conceptual: análise de um percurso de pesquisa. *ATAS do II Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*.
- Cachapuz, A., Praia, J., & Jorge, M. (2004). Da Educação em Ciência às Orientações para o Ensino das Ciências: Um Repensar epistemológico. *Ciência & Educação*, 10, pp. 363-381.
- Chassot, A. (2003). Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. *Revista Brasileira de Educação*, 22, pp. 89-100.
- Comissão da Comunidade Europeia. (2000). *Memorando sobre Aprendizagem ao Longo da Vida: Documento de Trabalho da Comissão da Comunidade Europeia*. Obtido em Março de 2016, de https://infoeuropa.euroid.pt/opac/?func=service&doc_library=CIE01&doc_number=000033814&line_number=0001&func_code=WEB-FULL&service_type=MEDIA
- Coutinho. (2011). *Metodologia de Investigação em Ciências Sociais e Humanas: Teoria e Prática*. Coimbra: Almedina.
- Coutinho, C., Sousa, A., Dias, A., Bessa, F., Ferreira, M. J., & Vieira, S. (2009). Investigação-Acção: Metodologia Preferencial nas Práticas Educativas. *Psicologia, Educação e Cultura*, pp. 355-376.

- Curriculo Nacional do Ensino Básico - Competências Essenciais*. (2001). Lisboa: Ministério da Educação - Departamento da Educação Básica.
- Denzin, N., & Lincoln, Y. (2006). 1. Introdução: A disciplina e a prática da pesquisa qualitativa. Em *O Planejamento da Pesquisa Qualitativa: teorias e abordagens* (pp. 15-39). Porto Alegre: Artmed. Obtido de Universidade de Brasília: http://aprender.ead.unb.br/pluginfile.php/88707/mod_resource/content/1/Denzin%20and%20Lincoln%20Pesquisa%20qualitativa%20capitulo%20introdu%C3%B3rio.pdf
- Despacho n.º 17169/2011 de 23 Dezembro do Ministério da Educação e Ciência, Diário da República, 2.ª série - n.º 245 (Dezembro de 2011). Obtido de <http://www.sipbeb.pt/sipbeb/2011/12/Despacho-17169-2011-23dezembro111.pdf>
- Dourado, L. (2001). Trabalho Prático (TP), Trabalho Laboratorial (TL), Trabalho de Campo (TC) e Trabalho Experimental (TE). Em R. Ribeiro, A. Veríssimo, & M. A. Pedrosa, *Ensino das Ciências - contributo para uma clarificação de termos* (pp. 13-18). Lisboa: Ministério da Educação - Departamento do Ensino Secundário.
- Ferreira, S., Morais, A. M., Neves, I. P., Afonso, M., & Silva, P. (2015). Conceptualização dos Conhecimentos e das Capacidades em Currículos. *Currículos de Nível Elevado no Ensino das Ciências* (pp. 36-44). Lisboa: CNE - Conselho Nacional de Educação.
- Gil Pérez, D. (1993). Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 11 (2), pp. 197-212.
- Jorge, M. M. (1991). Educação em ciência: perspectivas actuais. Em M. T. Oliveira, *Didáctica da Biologia* (pp. 29-41). Lisboa: Universidade Aberta.
- Klinckmann, E. (1970). *Manual do Professor de Biologia* (2.ª ed.). Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Marques, L., & Praia, J. (1991). Ensino-Aprendizagem das Ciências: Possíveis Contributos para Reflexão. *Revista Aprender*, n.º 14, pp. 11-18.
- Martins, I. (2006). Inovar o Ensino para promover a Aprendizagem das Ciências no 1.º Ciclo. *Noesis*, n.º 66, pp. 30-33.

- Martins, I. P., & Veiga, M. L. (1999). *Uma Análise do Currículo da Escolaridade Básica na Perspectiva da Educação em Ciências*. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.
- Martins, Veiga, Teixeira, Tenreiro-Vieira, Vieira, Rodrigues, & Couceiro. (2007). *Educação em Ciências e Ensino Experimental - Formação de Professores*. Ministério da Educação.
- Miguéns, M. (Novembro de 1991). Actividades Práticas na Educação em Ciência: Que modalidades? *Revista Aprender*, n.º 14, pp. 39-44.
- Ministério da Educação. (2004). *Organização Curricular e Programas - 1º Ciclo Ensino Básico* (4.ª ed.). Lisboa: Departamento da Educação Básica. Obtido de <http://www.min-edu.pt/data/Prog1CicloEB.pdf>
- Palangana, I. C. (1998). *Desenvolvimento e aprendizagem em Piaget e Vigotsky: A relevância do social*. São Paulo: Summus Editorial.
- Pereira, M. (1992). *Didáctica das Ciências da Natureza*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Ponte, J. P. (2002). Investigar a nossa própria prática. Em GTI, *Refletir e investigar sobre a prática profissional* (pp. 5-28). Lisboa: APM.
- Roldão, M. d. (1995). *O Estudo do Meio no 1.º Ciclo: Fundamentos e Estratégias*. Lisboa: Texto Editora.
- Sá, J. (2002). *Renovar as Práticas no 1.º Ciclo pela Via das Ciências da Natureza* (2.ª edição ed.). Porto: Porto Editora.
- Sá, J., & Varela, P. (2007). *Das Ciências Experimentais à Literacia: uma proposta didáctica para o 1.º ciclo*. Porto: Porto Editora.
- Sá, J., & Varela, P. (2012). Ensino Experimental Reflexivo das Ciências: Uma Visão Crítica da Perspetiva Piagetiana sobre o Desenvolvimento do Conceito de Ser Vivo. *Investigações em Ensino de Ciências*, pp. 547-569.
- Sanches, I. (2005). Compreender, Agir, Mudar, Incluir. Da investigação-acção à educação inclusiva. *Revista Lusófona de Educação*, pp. 127-142.
- Santos, M. C. (2012). *Trabalho Experimental no Ensino das Ciências* (1.ª Edição ed.). Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.
- Silva, P., Morais, A. M., & Neves, I. P. (2013). O currículo de Ciências no 1.º Ciclo do Ensino Básico - Estudo de (des)continuidades na mensagem pedagógica. *Revista Portuguesa de Educação*, 26, pp. 179-217.

- Valadares, J. (2006). O Ensino Experimental das Ciências: do conceito à prática: investigação/Ação/Reflexão. *Revista Proformar on-line*. Santiago de Compostela, Espanha e Ponte de Lima, Portugal.: Instituto Avanzado de Creatividad Aplicada Total e Universidade Fernando Pessoa.
- Veiga, M. L. (1991). Concepções Alternativas em Ciência. *Revista Aprender*, n.º14, pp. 28-33.

Apêndices

Apêndice 1 – Questionário de identificação das concepções dos alunos

Apêndice 2 – Protocolos das atividades práticas

Apêndice 3 – Transcrição das entrevistas feitas aos alunos

Responde a estas questões...

1. O ar ocupa espaço? Como podes verificar?

2. Os objetos maiores caem mais depressa do que os pequenos? Porquê?

3. O ar pode ser comprimido? Há diferenças entre o ar quente e o ar frio?



É possível encher um balão sem soprar?



Responde à pergunta inicial.

Será que o tamanho do para-quedas influencia o tempo que demora a cair?

Penso que o para-quedas
mais pequeno vai voar
mais porque é menor.

Eu acho que o para-quedas maior voa durante
mais tempo porque se enche com mais ar.

Eu acho que
vão cair ao mesmo tempo
no chão porque os fios
e o copo são iguais.



Responde à pergunta inicial.

Apêndice 2 – Protocolos das atividades práticas

1)

Nome:

Questão: O ar ocupa espaço?

Material:

- Um copo de vidro;
- Uma folha de papel amarrutada;
- Uma bola de pingue-pongue;
- Um recipiente transparente (taça de vidro).

Procedimento:

1. Enche o recipiente com água e coloca a bola de pingue-pongue no centro.
2. Mete a folha de papel no fundo do copo e em seguida coloca o copo, virado ao contrário, sobre a bola.
3. Empurra o copo até ao fundo do recipiente, sempre na vertical.
4. Retira o copo da água, sempre na vertical.

A folha de papel está seca? _____.

A água entrou no copo? _____.

5. Repete os procedimentos 2 e 3. Quando o copo tocar no fundo do recipiente inclina-o.

Saíram do copo bolhas de quê? _____.

A folha de papel está seca? _____.

A água entrou no copo? _____.

O que podes concluir?

2)

Será que o tamanho do para-quedas influencia o tempo que demora a cair?

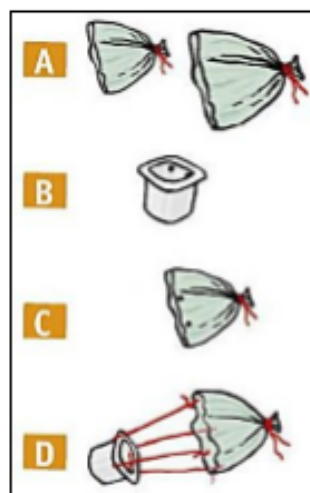
Material:

2 Sacos de plástico iguais sem asas; 1 Tesoura; 8 Fios com 30 cm; 2 Copos de iogurte; Dois fios de arame.

O que vou manter igual? <ul style="list-style-type: none">- Largura e tipo de saco.- Comprimento e tipo de fios.- Tamanho dos copos de iogurtes.- Altura e momentos em que são lançados os para-quedas.	O que vou mudar? <ul style="list-style-type: none">- Tamanho dos para-quedas (comprimento dos sacos).
---	--

Procedimento:

1. Aperta o fundo de um dos sacos com o fio de arame (A).
2. Aperta o outro saco de forma a ficar com metade do comprimento do primeiro (A). Corta a parte que sobra.
3. Com a ajuda do teu professor, faz 4 furos na abertura dos sacos e nos copos de iogurte, à mesma distância (B e C).
4. Ata os fios em cada furo dos sacos e prende-os aos copos de iogurte (D).
6. Pede a um colega que largue, ao mesmo tempo e da mesma altura, os dois para-quedas. Regista a ordem pela qual os sacos chegam ao chão em três lançamentos.



Registo:

	1.º Lançamento	2.º Lançamento	3.º Lançamento
Para-quedas grande			
Para-quedas pequeno			

Responde à pergunta inicial:

3)

Será que consegues encher um balão sem o soprar? _____

Material:

Procedimento:

1. Coloca a garrafa de vidro, destapada, no congelador durante 1 a 2 horas.
2. Retira a garrafa do congelador e coloca logo o balão no gargalo.
3. Espera 15 minutos, observa o que acontece e regista.
4. Pede ao professor para aquecer cerca de 1 litro de água na chaleira e deitá-la no recipiente de plástico.
5. Coloca a garrafa com o balão dentro do recipiente com água quente e verifica o que acontece.
6. Regista na tabela o que observaste.



Regista:

Estado do balão, quando colocado na garrafa à saída do congelador.	Estado do balão, passado algum tempo.	Estado do balão, algum tempo depois de a garrafa estar em água quente.

Conclusões:

1. O que aconteceu ao balão ao longo da experiência? Porquê?

2. O que acontecerá quando a garrafa voltar a arrefecer?



Apêndice 3 – Transcrição das entrevistas feitas aos alunos

Entrevista realizada a 5 março 2015

Aluno entrevistado: Carlos

Ana: Lembraste desta pergunta que era, se achas que o balão pode encher sem termos de soprar. Tu disseste que o balão encheu sozinho, quer dizer que se deixarmos o balão dentro do carro, durante o dia ao sol, a estrela diz que ele depois diz...

Carlos: Eu digo, eu acho que...

Ana: E tu achas que ele enche sozinho, como é que tu achas que ele enche sozinho?

Carlos: Por causa do sol.

Ana: Foi o sol que encheu?

Carlos: Pode ser ou então pelo calor do carro, porque o carro...

Ana: O que é que enche o balão?

Carlos: Eu acho que é o calor do sol e do carro, porque quando nós fizemos a experiência de pormos o ali na água quente ou fria ele encheu sozinho, e eu acho que ele com o quente do carro encheu.

Ana: Está bem, na pergunta sobre o ar ser comprimido tu disseste que sim, ele é comprimido, depois há diferenças entre o ar quente e o ar frio? E tu disseste, o ar quente ferve e o ar frio é gelado, é só essa a diferença entre o ar quente e o ar frio? É a temperatura?

Carlos: É a temperatura e também há mais uma coisa... porque o ar quente faz os balões encherem sozinhos e o ar frio não, porque é como os balões de ar quente que enchem com o fogo.

Entrevista realizada a 12 março 2015

Aluno entrevistado: Catarina

Ana: Na pergunta do paraquedas, tu respondeste, eu acho que o maior vai voar porque entra mais ar, eles voam os dois, porque eles caem os dois ao mesmo tempo... a pergunta era se demora mais tempo a cair ou não

Catarina: ahhhhh

Ana: E tu disseste que o maior vai voar porque entra mais ar, queres dizer o quê? Que o maior cai mais depressa? O que é que querias dizer?

Catarina: Eu queria dizer ao contrário, porque não percebi a pergunta...

Ana: ah tu querias dizer que o maior demora mais tempo no ar é isso?

Catarina: Não percebi a pergunta pensei que fosse assim...

Ana: Dizes que entra mais ar onde?

Catarina: Dentro do saco.

Entrevista realizada a 12 de março de 2015

Aluno Entrevistado: Margarida G.

Ana: Podemos comprimir o ar?

Margarida: O que é comprimir?

Ana: É apertar o ar, temos o ar assim num espaço e vamos apertá-lo. (gestos com as duas mãos abertas a simular apertar algo)

Margarida: Não!

Ana: Não pode ser comprimido... E há diferenças entre o ar quente e o ar frio?

Margarida: Sim...

Ana: Então? Quais é que são as diferenças?

Margarida: Porque o ar quente é quente e o ar frio é frio ... é normal...

Ana: Então a diferença é a temperatura?

Margarida: Sim